

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   5 月 1 6 日  
Date of Application:

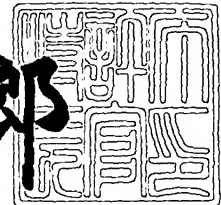
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 1 3 8 4 8 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 1 3 8 4 8 0 ]

出 願 人            株式会社日立製作所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 1 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 6 5 0 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT03P0497

【提出日】 平成15年 5月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 11/105

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 濱口 雄彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 中村 敦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 西田 靖孝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 望月 正文

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 澤口 秀樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

## 【代理人】

【識別番号】 100068504

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-232898

【出願日】 平成14年 8月 9日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003094

【包括委任状番号】 9403294

【包括委任状番号】 0002348

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気記録膜の磁気情報によってデータを保持する磁気ディスクと、  
前記磁気ディスクを局所的に加熱する加熱素子と該加熱素子が加熱する領域に  
電気信号によって変調された磁界を印加する記録素子と前記磁気ディスクの磁気  
情報を電気信号に変換する再生素子とを搭載したスライダを有する磁気ヘッドと

、  
前記磁気ヘッドを磁気ディスクの半径方向に円弧状に移動させるアクチュエー  
タと、

前記加熱素子が加熱する領域の位置と前記記録素子の位置を前記スライダの幅  
方向に相対的に移動させるオフセット機構とを備えたことを特徴とする磁気デ  
ィスク装置。

【請求項 2】

前記オフセット機構は前記加熱素子が加熱する領域をスライダの幅方向に移動  
させる加熱領域オフセット機構であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気デ  
ィスク装置。

【請求項 3】

前記オフセット機構は前記記録素子をスライダの幅方向に移動させる記録素子  
オフセット機構であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 4】

前記加熱素子が加熱する領域と前記記録素子が同一トラックを通過するよう前  
記オフセット機構を制御するサーボ回路を備えたことを特徴とする請求項 1 記載  
の磁気ディスク装置。

【請求項 5】

前記サーボ回路は前記磁気ヘッドのヨー角と磁気ディスク内の温度に対応した  
前記オフセット機構のオフセット量とする電氣的出力を発生することを特徴とす  
る請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 6】**

前記オフセット機構は、ピエゾ素子と該ピエゾ素子によって変形される弾性部とで構成されており、前記サーボ回路が前記ピエゾ素子を駆動して、前記加熱素子が加熱する領域又は前記記録素子をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 7】**

前記オフセット機構は、ボイスコイルモータを有し、前記サーボ回路が前記ボイスコイルモータを駆動して、前記加熱素子が加熱する領域又は前記記録素子をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 8】**

前記オフセット機構は、静電容量アクチュエータを有し、前記サーボ回路が前記静電容量アクチュエータを駆動して、前記加熱素子が加熱する領域又は前記記録素子をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 9】**

前記オフセット機構は、熱変形素子と該熱変形素子によって変形される弾性部とで構成されており、前記サーボ回路が前記熱変形素子を駆動して、前記加熱素子が加熱する領域もしくは前記記録素子をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 10】**

前記オフセット機構によって移動可能な加熱光源と前記オフセット機構によって移動可能なミラーとを有し、前記サーボ回路が加熱光源とミラー位置をおおむね平行の位置関係を保ちながら移動させて、前記磁気ディスク上の前記加熱素子が加熱する領域の位置をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 11】**

前記オフセット機構によって移動可能な加熱光源とオフセット機構によって移動可能なミラーと前記オフセット機構によって移動可能な対物レンズを有し、前

記のサーボ回路が加熱光源とミラー位置と対物レンズとをおおむね平行の位置関係を保ちながら移動させて、前記磁気ディスク上の前記加熱素子が加熱する領域の位置をスライダ幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 1 2】

前記サーボ回路から前記オフセット機構との間が、少なくとも 2 本の駆動線で配線されていることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 1 3】

前記オフセット機構への出力値と前記加熱素子が加熱する領域又は前記記録素子のスライダ幅方向への移動距離との変換テーブルを備えており、前記サーボ回路は前記変換テーブルを参照して前記磁気ヘッドの前記磁気ディスクにおける半径方向の位置に応じて出力値を決定することを特徴とする前記請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 1 4】

前記変換テーブルは前記磁気ヘッドの前記磁気ディスクにおける半径方向の位置を変化させながら、各半径位置において前記オフセット機構の出力値を変化させながら書き込みと読み出し処理を行うことによって、変換データを学習して作成されたものであることを特徴とする請求項 1 3 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 1 5】

磁気記録膜の磁化情報によってデータを保持するディスクと、前記磁化情報の書き込みと読み出しを行うヘッドと、前記ヘッドを前記ディスクの半径方向に移動させるためのロータリ型アクチュエータと、前記ヘッドにあつて前記ディスクを局所的に加熱するための複数の加熱素子と、前記ヘッドにあつて前記ディスクに磁界を印加するための記録素子と、前記複数の加熱素子のうちの少なくともひとつの加熱素子を選択する手段とを有し、前記加熱素子を選択する手段は前記ヘッドと前記ディスクの走行方向との相対角度に応じて、前記加熱素子が加熱する領域と前記記録素子が発生する磁界の位置との走行中心線がおおむね一致するように、前記複数の加熱素子のうちの少なくともひとつの加熱素子を選択することを特徴とする磁気ディスク装置。

**【請求項 16】**

前記ヘッドに、前記加熱素子を選択する手段が搭載されていることを特徴とする、請求項 15 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 17】**

前記加熱素子を選択する手段は、加熱素子の選択情報をシリアルデータ転送方式を用いて受信する機能を備えていることを特徴とする請求項 16 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 18】**

磁気記録膜の磁化情報によってデータを保持するディスクと、前記磁化情報の書き込みと読み出しを行うヘッドと、前記ヘッドを前記ディスクの半径方向に移動させるためのロータリ型アクチュエータと、前記ヘッドにあつて前記ディスクを局所的に加熱するための加熱素子と、前記ヘッドにあつて前記ディスクに磁界を印加するための複数の記録素子と、前記複数の記録素子のうちのひとつの記録素子を選択する手段とを有し、前記記録素子を選択する手段は前記ヘッドと前記ディスクの走行方向との相対角度に応じて、前記加熱素子が加熱する領域と前記記録素子が発生する磁界の位置との走行中心線がおおむね一致するように、前記複数の記録素子のうちの少なくともひとつの記録素子を選択することを特徴とする磁気ディスク装置。

**【請求項 19】**

前記ヘッドに、前記記録素子を選択する手段が搭載されていることを特徴とする、請求項 18 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 20】**

前記記録素子を選択する手段は、記録素子の選択情報をシリアルデータ転送方式を用いて受信する機能を備えていることを特徴とする、請求項 19 記載の磁気ディスク装置。

**【請求項 21】**

磁気記録膜の磁化情報によってデータを保持するディスクと、前記磁化情報の書き込みと読み出しを行うヘッドと、前記ヘッドを前記ディスクの半径方向に移動させるためのロータリ型アクチュエータと、前記ヘッドにあつて前記ディスク

を局所的に加熱するための加熱素子と、前記ヘッドにあって前記ディスクに磁界を印加するための記録素子と、前記加熱素子の一部の領域を加熱する手段を有し、前記加熱素子の一部の領域を加熱する手段は前記ヘッドと前記ディスクの走行方向との相対角度に応じて、前記加熱素子が加熱する領域と前記記録素子が発生する磁界の位置との走行中心線がおおむね一致するように、前記加熱素子の加熱する領域の位置を変化させることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 22】

前記ヘッドに、前記加熱素子の一部の領域を加熱する手段が搭載されていることを特徴とする請求項 21 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 23】

前記加熱素子の一部の領域を加熱する手段は、加熱する領域の位置情報をシリアルデータ転送方式を用いて受信する機能を備えていることを特徴とする請求項 22 記載の磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は情報を記録するディスク装置に関わり、特に高密度で情報を記録するために加熱素子によって磁気ディスクの保持力を局所的に低下させて、この場所へ記録素子を用いて磁気記録を行い、後に再生素子を用いて磁気ディスクの情報を読み出す熱アシスト型磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気ディスク装置のエンクロージャ内部を上面からみた平面図を図 3 に、磁気ディスク装置の断面図を図 4 に示す。磁気ディスク装置を構成する主要部品は、図 3 及び図 4 に示すように、ヘッド 30、ディスク 31、ロータリ型アクチュエータ 13、ヘッドアンプ 27、パッケージボード 28 等から構成されている。ディスク 31 はひとつの回転軸に固定され、スピンドルモータによって点 A を中心に毎分 3000 から 15000 回転の速度で回転駆動される。ヘッド 30 はアームに固定されており、ロータリ型アクチュエータ 13 により点 B を中心に回転駆



動されてディスク 31 の半径方向に自由に移動することができる。ロータリ型アクチュエータは機構を小型化するのに適しているため、近年発売されている磁気ディスク装置のすべてがこの形式のアクチュエータを採用している。またヘッド 30 は、回転するディスク 31 の空気の流れを利用してディスク 31 と一定の間隔を保ちながら浮上する構造を有している。パッケージボード 28 には信号処理回路であるデータ復号化器とデータ符号化器の他に、サーボ回路、インターフェース回路、制御用のハードディスクコントローラ (HDC) などが実装されている。

#### 【0003】

ヘッド 30 の構成を、図 5 を用いて説明する。図 5 (a) はヘッド 30 の断面図、図 5 (b) はヘッド 30 の底面を示す図である。ヘッド 30 はスライダ 32 に設置され、ディスクに磁化パターンを形成する記録素子 53 と、ディスクの磁化パターンから漏洩する磁化情報を電気信号に変換する再生素子 54 と、これらの素子を空気膜でディスク 30 上に支えるスライダ 32 から構成されている。記録素子 53 はコイルと磁極からなり、コイルに記録電流信号を流すことでディスク 12 への書き込み磁界を発生する。また再生素子 54 は磁気抵抗効果を応用した磁気抵抗センサからなり、このセンサの抵抗変化を電流や電圧の変化として読み出し動作を行う。なお、ここでの記録素子、再生素子は従来例として挙げたもので本発明がこれらに限定されることはない。

#### 【0004】

磁気ディスク装置の各部品の動作と機能を図 6 のブロック図を用いて説明する。データの書き込みの際には、インターフェース回路 19 が外部からデジタルデータを受け取り、信号処理回路であるデータ符号化器 62 と記録アンプ 15 を経由して記録電流信号に増幅され、記録電流はヘッド 30 の記録素子 53 に入力されて記録磁界に変換される。

#### 【0005】

データの読み出しの際には、ディスク 31 が発生する漏洩磁界をヘッド 30 の再生素子 54 が電気信号に変換する。この電気信号は再生アンプ 14 により増幅されて信号処理回路であるデータ複合化器 20 に入力されて元のデジタルデータ

へと復調する。デジタルデータはインターフェース回路 19 により外部のホストマシンへと送られる。ヘッド 30 はロータリ型アクチュエータ 13 によってディスクの半径方向に自由に移動することができるが、特定のデータトラックの書き込みおよび読み出しを行うためには、目的の半径位置に正確に追従動作（フォロイング）を行わなければならない。この動作を制御するのがサーボ回路 16 であり、あらかじめディスク 31 に書き込まれたサーボ情報から、ヘッド 30 とディスク 31 の正確な相対位置を測定して、駆動アンプ 17 を経由してロータリ型アクチュエータ 13 の動作を制御する。ハードディスクコントローラ（HDC）65 はこれらの処理を統括して制御する働きを行う。

#### 【0006】

磁気ディスク装置の記憶容量を増大するためには、小さな磁化パターンを磁気ディスクに書き込むことが要求される。小さな磁化パターンが安定して存在するためには、ディスクの保磁力を高くすることが必要であり、保磁力の高いディスクの磁化方向を反転させるためには、ヘッドの記録素子が強い磁界を発生しなければならない。しかしながら、小さな磁化パターンを書き込む目的のためにトラック幅の狭い記録素子を作製すると、発生磁界が弱くなる問題が発生するため、記憶容量の限界が問題視されている。

#### 【0007】

この問題を解決するために、熱記録型の磁気記録方式が提案されている。これは現在一般的に普及している光磁気ディスクの原理を応用したものであり、比較的広い領域に磁界を印加するとともに狭い領域のディスクを加熱して、加熱領域に磁化マークを形成する技術である。例えばレーザー光を用いてディスクを昇温してレーザー光の照射範囲にマークを形成する技術と、形成された円弧状のマークを高効率で再生するために円弧状の再生素子をスライドに作製する技術が、特開平 4-47512 号公報（特許文献 1）に開示されている。また、抵抗体を用いた加熱素子を用いて抵抗体の加熱範囲にマークを形成する技術と、抵抗体を搭載したスライドを作製するための技術が、特開平 11-96608 号公報（特許文献 2）に開示されている。さらに、レーザー光を用いてディスクを昇温して円弧状のマークを形成し、この円弧状のマークを高効率で再生するためにスライド

のヨー (Yaw) 角の変化に応じてトラック位置をオフセットさせてフォロイングさせる技術が、PCT/WO01/65547号公報 (特許文献3) に開示されている。

#### 【0008】

しかしながらこれらの技術では、記録マークが加熱領域の大きさで決定されるために、比較的大きなレーザー光のスポット径や加熱素子の大きさが記録密度の上限となる問題があった。また比較的大きな記録素子を用いるために、コイルのスイッチング時間が記録速度の上限となる問題もあった。

#### 【0009】

##### 【特許文献1】

特開平4-47512号公報

##### 【特許文献2】

特開平11-96608号公報

##### 【特許文献3】

PCT/WO01/65547号公報

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

これらの問題を解決するために、熱アシスト型の磁気記録方式が提案されている。この記録方式では加熱素子を用いてディスクの一部の領域を昇温し、この領域の保磁力を下げ、この保磁力の下がった領域に記録素子を用いて磁化パターンを形成する一連の動作によって、記録素子の必要発生磁界を軽減するものである。さらに、記録動作の後にはディスクは室温に戻るため、小さな磁化パターンでも熱擾乱の影響を受けにくく、長時間に渡って記録パターンが安定して存在する効果を狙ったものである。この熱アシスト型では記録素子の発生する磁界の領域で磁化パターンが形成される点が、従来の技術で説明した熱記録型では加熱手段の加熱する領域で磁化パターンが形成される点と大きく異なる。熱アシスト型では、高い保磁力のディスクと小さな形状の記録素子を組み合わせることが可能であり、磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。

#### 【0011】

しかし上記の熱アシスト型における課題として、ロータリ型アクチュエータを用いてヘッドをディスクの半径方向に弧を描いて移動させる動作に伴う、ヘッドのヨー角の変化があげられる。図 7 にヘッド 7 1 にヨー角が生じた際に、加熱素子 7 2 と記録素子 7 4 の走行中心線がずれてしまった例を図示している。加熱素子 7 2 でディスクの一部の領域を加熱してから、10 マイクロ秒程度以内に記録素子で書き込みを行わなければ、加熱領域が広がり温度も低下してしまう。この時間はできるだけ短い方が好ましく、ディスクが 1 回転する 4 ミリから 20 ミリ秒もの長時間を待つ事はできない。このため、加熱素子 7 2 と記録素子 7 4 は書き込みを行う目的のトラックの一直線上に配置されなければならない。ここに説明した例では、ヨー角が存在するために、加熱素子 7 2 が記録素子 7 4 とは異なるトラックを加熱しているため、正しくディスク上に磁化パターンを形成することはできない。なお、読み出し動作は書き込み動作とは別に行われるために、読み出し動作にかかわる再生素子 7 3 は加熱素子 7 2 や記録素子 7 4 との相対位置の制限は生じない。また従来の技術で説明を行った熱記録型では、比較的広い範囲に書き込み磁場を印加するために、加熱素子 7 2 と記録素子 7 4 との厳密な相対位置が問題にされることはなかった。

### 【0012】

この課題を解決するためには、リニア型アクチュエータを用いてヨー角一定の装置構造を採用するか、加熱素子の過熱する領域と記録素子の発生磁界の領域を一致させるしかない。しかしリニア型アクチュエータは、剛性が低いためにヘッドの位置決め精度が低下し、さらに高価かつ大型であるなどの欠点がある。一方、加熱領域と発生磁界の領域を近づける技術には、いくつかの技術が開示されている。例えば、加熱手段としてレーザー光を用いてレーザー光を記録素子に側に斜めに照射することにより記録素子の直下を加熱する技術が、特開 2 0 0 1 - 3 1 9 3 8 7 号公報に開示されている。この技術ではヨー角の課題を軽減することができるものの、より小さな磁化パターンを磁気ディスク上に書き込むためにヘッドとディスクの間隔を狭めた際には、レーザー光を斜めに照射する効果が低減して、記録素子の直下を加熱することができないという問題が生じてしまう。さらに、記録素子のごく近傍に導波路を埋め込み、この導波路にレーザー光を通し

て記録素子の近傍を加熱する技術が特開 2002-50012 号公報に開示されている。この技術でもヨー角の課題を軽減することができるものの、より小さな磁化パターンを磁気ディスク上に書き込むために記録素子の形状を小さくした際には、導波路の形成が著しく困難になるという問題が生じてしまう。

#### 【0013】

これらの課題を解決し、熱アシスト型の磁気記録方式による大きな記憶容量と、ロータリ型アクチュエータによる小型で軽量な特長をあわせ持った磁気ディスク装置のための、新しい技術の開発が望まれていた。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

ディスク上を円弧を描いて移動する磁気ヘッドにおいて、記録素子と加熱素子による加熱領域を相対的に磁気ヘッドのスライダの幅方向に移動させるオフセット機構を設ける、または複数の記録素子や複数の加熱素子を設け適宜記録素子の一つや加熱素子の一つを選択するなどして記録素子と加熱素子による加熱領域を相対的に磁気ヘッドのスライダの幅方向に移動させる。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明の第 1 の形態に関わるヘッドの構成例を示すものである。図 1 (a) にヘッド 1 の断面を横から観察した図を示す。ヘッド 1 はサスペンション 6 によって支えられ、回転するディスク 12 の上を一定の間隔を保ちながら浮上している。ディスク 12 は図の右から左の方向へと走行する。ディスクに記録された磁化情報を検出するための再生素子 2 とディスクに磁化情報を記録するための磁界を発生する記録素子 3、ディスクに磁化情報を記録しやすくするためにディスクを局所的に加熱する加熱素子 4、さらに加熱素子 4 をスライダの幅方向（記録素子 3 によって記録される磁区の幅方向をトラックの幅方向と呼ばばトラック幅方向）にオフセットさせるオフセット機構 5 を備える。なお、スライダの幅方向といっても厳密にスライダの幅方向に一致する必要はなく、加熱領域の大きさによって多少のずれがあっても良い。加熱素子 4 には、半導体レーザーや発熱抵抗体などを用いることができるが、本発明はここにあげた加熱手段に限定され

るものではない。再生素子2と記録素子3には、従来磁気ディスク装置と同じ構成の素子を用いることができる。ただし従来の磁気ディスク装置では、ディスクの走行方向に対して再生素子2の方が記録素子3よりも前に位置する例が多い。ここでは加熱素子4と記録素子3との距離をできるだけ近づける目的から、記録素子3の方が先の配列となっているが、本発明はこの順番に限定されるものではない。

#### 【0016】

図1(b)にヘッド1をディスク12側から観察した図を示す。ここではヘッド1をロータリ型アクチュエータでディスク12の半径方向に移動させた際に、ヘッド1が円弧を描いて移動するためディスク12の走行方向に対してヘッド1が傾いた例を示している。従来の技術では、加熱素子4と記録素子3の走行中心線がずれてしまう課題が発生した。本発明の加熱素子オフセット機構5は、加熱素子4を図に矢印で示したスライド幅方向にオフセットさせることができるため、非常に狭い領域だけを加熱する加熱素子を用いたとしても、その走行中心線を記録素子3と正確に一致させることが可能となった。ディスク12を加熱してディスク12の保磁力を一時的に低減することで、容易に短ビット長の磁化パターンを形成することができる。さらに記録素子3とほぼ同じ幅の領域を加熱することで、オフトラック方向への記録領域の広がりを軽減して、容易に狭トラックの磁化パターンを形成することができる。これらの効果によって、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。

#### 【0017】

ここでは加熱素子の位置をオフトラック方向に調節する、加熱素子オフセット機構を搭載した例を示したが、記録素子の位置をオフトラック方向に調節する技術でも同等の効果を得ることができる。要は、加熱素子と記録素子のスライド幅方向の相対的な位置関係を変化させる機構を設ければ良い。この構成によって、加熱素子と記録素子がヨー角の存在に係わらず、同一トラック上を通るようにすることが出来る。

#### 【0018】

図8は、本発明の第2の形態に関わるヘッドの構成例を示すものである。図8

(a) にヘッド 80 の断面を横から観察した図を、図 8 (b) にヘッド 80 をディスク 12 側から観察した図を示す。ディスク 12 の走行方向に対してヘッド 80 が傾いた際にも、本実施例の記録素子オフセット機構 83 は、記録素子 85 を図に矢印で示したスライダ幅方向にオフセットさせることができるため、加熱素子 82 と記録素子 85 の走行中心線を正確に一致させることが可能である。本実施例でも図 1 と同様の効果によって、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。なお、この実施例では再生素子 84 も記録素子 85 と一体でオフセットさせる構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子 85 のみオフセットさせる構成でもよい。

#### 【0019】

図 2 に本発明の磁気ディスク装置の機能構成例をブロック図で示す。従来のロータリ型アクチュエータを制御する第 1 のサーボ回路 16 と駆動アンプ 17 に加えて、加熱素子オフセット機構 5 もしくは記録素子オフセット機構 83 を制御するための第 2 のサーボ回路 23 と駆動アンプ 25、22 と参照テーブル 72 を備えている。第 2 のサーボ回路 23 は、HDC 21 から受け取った目標トラックの数値（ヨー角の大きさに関係する）と環境温度の値に応じた参照テーブル 24 の値を読み出し、出力値の演算を行う。第 2 のサーボ回路 23 の出力値は、オフセット機構駆動アンプ 22 を経由してヘッド 1 上のオフセット機構 5 又は 83 に入力され、任意のヨー角において加熱素子 4 と記録素子 3 がディスク走行方向に一直線に配置する関係を保つように制御される。このとき同時に HDC 21 は加熱素子用アンプ 25 を用いて加熱素子 4 の駆動も制御する。なお第 2 のサーボ回路 23 のシーク速度にあわせてオフセット機構 5 又は 83 の動作が完了すればよい。ため、比較的低速の応答となる。このため、後述する学習工程を併用することによりオープンループでの制御も可能である。

#### 【0020】

本発明の加熱素子オフセット機構 5 を、ピエゾ素子を用いて実現した例を図 9 に示す。この図はヘッド 91 のディスク 12 に対向する面の断面図であり、ディスク 12 の走行方向は図の右から左の方向となる。2 つの対になったピエゾ素子が並列して配置してあり、2 つのピエゾ素子 93, 94 はオフセット機構駆動ア

ンプ 22 の電圧出力によって、互いに逆向きの、かつ図中では横向き方向の力を発生する。ヘッド 91 にはこの力を図の上下方向に変換して移動距離を拡大するための、弾性体で構成されたちょうつがいの機能が設けられている。これによって、加熱素子 92 がスライダの幅方向に移動する。本実施例では、小型かつ軽量で剛性の高いオフセット機構を実現することができ、外部からの衝撃力によっても位置ずれを起こしにくく、故障に対する信頼性も高い特長をあわせもっている。またピエゾ素子は低消費電力で発熱が少ない素子であることから、自己発熱によるドリフトの影響が少なく、さらにピエゾ素子の入力値とオフセット位置の直線性が高いため、正確に加熱素子を目的のオフセット位置に移動させることが可能であり、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。ここでは、2つの対になったピエゾ素子を用いる例を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、図中のどちらか一つのピエゾ素子のみ用いても、多少の直線性が劣化するものの、同様の効果を得ることができる。さらにまた、ここでは加熱素子 92 をオフセットする構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子 96 をオフセットさせる構成でも同等の効果を得ることができる。

#### 【0021】

本発明の加熱素子オフセット機構 5 を、静電容量アクチュエータ 102 を用いて実現した例を図 10 に示す。図 10 (a) はヘッド 101 を側面から見た断面図であり、ディスク 12 の走行方向は紙面に垂直の奥行き方向となる。図 10 (b) はヘッド 101 のディスク 12 に対向する面の断面図であり、ディスク 12 の走行方向は図の上から下の方向となる。ディスク 12 と平行に、静電容量アクチュエータが配置してあり、容量電極 104 にオフセット機構駆動アンプの電圧出力を印加することで、図の左右方向の力を発生して加熱素子 103 を自由にオフセットさせることができる。静電容量アクチュエータはウェハプロセスで作成することができるため、小型かつ軽量で特にプレーナー型ヘッドとのプロセスとの相性が良いオフセット機構を実現することができる。また静電容量アクチュエータは低消費電力で発熱が少ない素子であることから、自己発熱によるドリフトの影響が少なく、正確に加熱素子 103 と記録素子 105 との位置あわせを行う



ことによって、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。ここでは加熱素子 103 をオフセットする構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子 105 をオフセットさせる構成でも同等の効果を得ることができる。

#### 【0022】

本発明の加熱素子オフセット機構 5 を、ボイスコイルモータを用いて実現した例を図 11 に示す。この図はヘッド 1101 を側面から見た断面図であり、ディスク 12 の走行方向は紙面に垂直の奥行き方向となる。ディスク 12 と平行に、マグネットが配置してあり、ボイスコイルモータ 1102 にオフセット機構駆動アンプ 22 の電流出力を印加することで、図の左右方向の力を発生して加熱素子を自由に大きな範囲でオフセットさせることができる。ボイスコイルモータ 1102 とマグネット 1103 の作製は記録素子のウェハプロセスに類似しており、小型かつ軽量で特にプレーナー型ヘッドとのプロセスと相性が良いオフセット機構を実現することができる。また、ボイスコイルモータは電流入力のため低い電圧でも広い可動範囲を得ることが可能であり、加熱素子 1104 と記録素子との距離を広げるなど素子の配置にかかる設計が容易になる。様々な加熱手段と組み合わせ使用することができるため、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。ここでは加熱素子 1104 をオフセットする構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子をオフセットさせる構成でも同等の効果を得ることができる。

#### 【0023】

本発明の加熱素子オフセット機構を、発熱体と熱変形素子を用いて実現する例を説明する。図示していないが、熱により直線に近い変形をする部分を持つ熱変形素子を用いる。この構成では、これまでに説明した実施例と比較してオフセット機構の応答速度が大幅に低下する欠点があるものの、構成が非常に単純であることから特にウェアプロセスとの相性が良く、本発明の技術を安価に実現することができる。加熱素子と記録素子の配置を近づけることで、オフセット機構の可動範囲を狭い範囲にすれば、その応答速度をモバイル型の磁気ディスク装置で十分に使用可能な値へと向上することができる。本実施例においては、より容易に

オフセット機構を実現可能であり、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。ここでは加熱素子をオフセットする構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子をオフセットさせる構成でも同等の効果を得ることができる。

#### 【0024】

本発明の加熱素子オフセット機構5を、光源とミラーと対物レンズを用いて実現した例を図12に示す。この図はヘッド1202を側面から見た断面図であり、ディスク12の走行方向は図の右から左方向となる。オフセット方向は紙面と垂直な奥行き方向である。ディスク12と対向する面に対物レンズ1206が、対向面とは逆の背面に加熱用光源1204とミラー1205が搭載されている。このとき加熱用光源1204とミラー1205はオフセット機構1203に取り付けられており、加熱用光源1204とミラー1205の位置をおおむね平行の位置関係を保ちながらトラック幅方向にオフセットさせることができる。この構成により、ミラー1205で反射され対物レンズ1206に至る光軸をおおむね平行に移動させることにより、光軸の傾きを防止し、ディスク上の微小な領域を加熱することができる。また、加熱用光源が再生素子や記録素子から離れた配置となるため、加熱用光源の発熱によって再生素子や記録素子の性能劣化を防止することができる。本実施例では、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高め、かつ高い信頼性の磁気ディスクを提供することができる。またディスク上のより微小な領域を加熱するために、対物レンズにもオフセット機構を搭載することができる。この構成により、ミラーで反射され磁気ディスクに至る光軸をおおむね平行に移動させることにより、光軸の傾きや斜め入射によるフォーカスずれを防止できるため、対物レンズに固体イマージョンレンズを適用することが可能となり、ディスク上のより微小な領域を加熱することができる。本実施例では、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量をさらに飛躍的に高めることができる。

#### 【0025】

上記実施例の変形として以下の構成がある。加熱用光源を図12のミラーのスライダ幅方向の手前にオフセット機構とは接続しないで固定する。一方、ミラー

は図12の配置から90度回転させてオフセット機構によってスライダの幅方向に移動するよう設置する。レンズは上記実施例と同様にミラーの下に位置するようオフセット機構に取り付けられている。このようにすればオフセット機構で移動させるのはミラーとレンズだけで加熱用光源は含まれないので、オフセット機構で動かさなければならぬものの質量が減るので応答性が向上する。

#### 【0026】

本発明のヘッドに搭載された各素子やオフセット機構を電氣的に接続する方法について図13を用いて説明を行う。ヘッド1304の側面には記録素子、再生素子、加熱素子およびオフセット機構用の端子電極が設けられている。なお加熱素子およびオフセット機構用の端子電極は、加熱手段とオフセット機構の構成によってはディスク対向面とは逆側のヘッド背面に設けられる場合もある。この端子電極はそれぞれサスペンション上の配線にボンディングされ、アームから接続端子まで絶縁材料でラミネートされて延長される。加熱素子から配線された接続端子には、加熱素子用アンプ1309の出力に接続され加熱用のエネルギーが供給される。またオフセット機構から配線された接続端子には、オフセット機構ドライブ用アンプ1310の出力に接続され、オフセット駆動用のエネルギーが供給される。再生素子は再生素子用アンプ1308の入力に、記録素子は記録素子用アンプ1307の出力に接続されて、それぞれ読み出し動作と書き込み動作を担う。以上に述べたように本発明のヘッドのサスペンション上には、4組合計8本の電気配線（1311，1312，1313，1314）を行うだけでよく、光ファイバーや比較的大きなミラーを用いてエネルギーを伝播させる技術と比較して小型で軽量な高速転送型の磁気ディスク装置に適するヘッドを提供することができる。また、オフセット機構を電氣的に制御することができるため、正確に加熱素子と記録素子との位置あわせを行うことにより、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。なお、先に説明を行った2対のピエゾ素子を用いたオフセット機構や、静電容量アクチュエータでは、直線精度を向上するために3つもしくは4つの電極を用いる場合がある。この場合には、合計の電気配線は9本もしくは10本となる。

#### 【0027】

本発明の第2のサーボ回路が出力値を演算する工程について、図14を用いて説明を行う。図14(a)にはディスク12の各ゾーン番号と、トラック番号およびヨー角の対応を示す。このゾーン番号とヨー角の関係は、図14(b)に示す様に隣接するゾーンの範囲内では、ほぼ直線の関係となる。このため、あらかじめゾーン毎に参照データを記憶しておいて、ゾーンの範囲内で直線近似を行うことにより任意のトラック番号に対する出力値を精度良く最小限の計算量で決定することができる。図14(c)にあらかじめゾーン毎と一定の温度間隔で測定した出力値の参照テーブルの一例を示す。筐体内温度+60℃とトラック番号20000の条件をHDCより受け取り、第2のサーボ回路がこの参照テーブルを用いて出力値を決定する方法について説明を行う。まずStep1で筐体内温度+60℃に相当するデータを算出する。例えばトラック番号0に相当する、+45℃の-1.54と+65℃の-0.97を直線近似して、+60℃に相当する-1.12を算出する。同様にトラック番号2346は-0.90、トラック番号4692は-0.67と順次計算を行って+60℃に相当する1列のテーブルを作成する。次にStep2では、Step1で作成したテーブルのトラック番号18768の+0.79とトラック番号21114の+1.08を直線近似して、トラック番号20000に相当する+1.01の出力値を決定する。Step3でこの出力値+1.01をオフセット機構ドライブ用アンプに出力して、ヘッド上に搭載されたオフセット機構を動作させる。次にサーボ回路がシーク動作を行って目標トラック番号が変化した際にはStep2の演算から行い、筐体内の温度が変化した場合のみStep1の演算を行うことにより、演算量を低減することができる。本実施例によれば、筐体内の温度変化を補正して、正確に加熱素子と記録素子との位置あわせを行うことにより、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。

#### 【0028】

本発明の第2のサーボ回路が参照テーブルを作成する工程について、図15のフローチャートを用いて説明を行う。これはディスク装置の製造工程の中で行われる。ここで用いた磁気ディスク装置は、オフセット機構を搭載した記録素子と固定の加熱素子を備えたヘッドを有している。まず、ヘッドをディスクの最外周

位置である、ゾーン番号13へシークさせる(1501)。次に、オフセット機構を駆動して、記録素子を最大のオフセット位置に移動させる(1502)。この状態にて記録動作を行い(1503)、回転待ち(1504)の後に再生動作を行いエラーレートを検出する(1505)。次に、記録素子のオフセット位置を微小距離だけ負の方向に移動させて(1507)、ステップ1503の記録動作から、最小のオフセット位置(最大の負オフセット位置)になるまで繰り返す(1506)。記録素子と加熱素子の位置がトラック幅方向にずれていた場合には、ディスクの保磁力が下がらないために記録素子の発生磁界が不足して記録動作が不完全となり、十分な再生エラーレートを得ることができない。再生エラーレートが最良となる位置をエラーレートの変化の勾配から内挿して算出し、記録素子と加熱素子とがちょうど一致する出力値の条件を探索する(1508)。この位置を最良オフセット位置として参照テーブルに書き込む(1509)。次に、ヘッドの半径位置を隣接する内周側のゾーン番号へシークさせて、ステップ1502からヘッドが最内周ゾーンに到達するまで繰り返して終了する(1510)。本実施例によれば、装置組み立て工程の取り付け誤差や、ウェハプロセスの公差の影響を排除して、正確に加熱素子と記録素子との位置あわせを行うことが可能となり、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。なお本実施例では、オフセット位置と半径位置で参照テーブルを学習して作成する例を示したが、再生エラーレートが最良となる条件は多岐に渡るため本発明はここに示した工程に限定されるものではない。例えば、筐体温度や加熱素子の入力エネルギーなどの項目毎にテーブルを作成することにより、さらにエラーレートを向上させて熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を高めることができる。また、ここでは記録素子をオフセットさせて学習するオフトラックする構成を示したが、加熱素子をオフセットさせて学習する工程でも同等の効果をを得ることができる。

#### 【0029】

本発明の他の実施の形態に関わるヘッドの構成例を図16に示す。図16(a)にヘッド26を横から観察した断面図を示す。ヘッド26はサスペンションによって支えられ、回転するディスク12の上を一定の間隔を保ちながら浮上して

いる。ディスク 12 は図の右から左の方向へと走行する。ヘッド 26 は、ディスクに記録された磁化情報を検出するための再生素子 161 と、ディスクに磁化情報を記録するための磁界を発生する記録素子 162、ディスクに磁化情報を記録する際にディスクを局所的に加熱する加熱素子 163 を備える。図 16 (b) にヘッド 26 をディスク 12 側から観察した平面図を示す。この実施例では複数の加熱素子を備えていることが特徴であり、先に図 1 で説明したひとつの加熱素子をオフセット機構を用いて動かす構成とは異なる。半導体レーザー素子などの加熱機能を備えた素子を配列させ、再生素子と記録素子には従来の磁気ディスク装置と同じ構成の素子を用いることで、本実施例のヘッドを実現することができる。

#### 【0030】

ここではロータリ型アクチュエータ 13 を用いてヘッド 26 をディスク 12 の半径方向に移動させる動作に伴い、ヘッド 26 がディスク 12 の走行方向に対して傾いた例を示している。従来の技術では、図 7 を用いて説明したように加熱素子と記録素子の走行中心線がずれてしまう課題が発生する。本発明のヘッドでは、複数の加熱素子 163 の中からひとつの加熱素子 164 を選択して動作させることにより、加熱素子 164 と記録素子 162 の走行中心線を一致させることが可能となった。記録時にはディスクの保磁力が低減して磁化パターンを形成しやすくなり、記録後にはディスクの保磁力が高くなって磁化パターンが安定する効果を実現することができる。また、幅の狭い加熱素子を用いた際にも記録素子と走行中心線が正確に一致するため、記録領域の幅の広がりを軽減して狭いトラック幅の磁化パターンを形成することができる。これにより、長期間のデータの保存に適する大容量で信頼性の高い磁気ディスク装置を実現することができる。

#### 【0031】

本発明の磁気ディスク装置の機能構成例を、図 17 にブロック図で示す。従来の記録アンプに加えて、加熱素子の数と同数の加熱素子駆動アンプを備えている。制御回路がサーボ回路に対して目標のデータトラックの指示を与えると、サーボ回路はロータリ型アクチュエータを駆動してヘッド 26 の位置を移動させる。記録動作に先立ち、制御回路はヘッド 26 とディスク 12 の相対角度に応じて、

記録素子と走行中心線が一致する最適な加熱素子を選択する。制御回路は記録アンプを駆動するとともに、加熱素子選択器 171 に選択された加熱素子駆動アンプを動作させて記録工程を開始させる。

### 【0032】

この時に先の実施例で説明を行った手法と同様に、参照テーブルを用いてより正確に最適な加熱素子を選択することもできる。さらに環境温度や目標のトラックが変化した際に、加熱素子を切り替えながら記録動作と再生動作を繰り返して、最適な加熱素子の番号を参照テーブルに書き込む学習工程を併用することもできる。学習後には、環境温度の値や目標のトラックの数値に応じた参照テーブルの値を読み出すことで、確実に最適な加熱素子を選択することができる。

### 【0033】

本発明の他の実施の形態に関わるヘッドの構成例を図 18 に示す。この図はヘッド 27 をディスク 12 側から観察したものである。この構成例では複数の加熱素子 183 とともに、加熱素子選択器 184 をヘッド 27 上に搭載している。加熱素子選択器 184 には、記録・再生動作切り替え信号線と、加熱素子選択信号線が外部から接続されている。さらに、再生素子の出力をバッファして外部に出力する再生信号線と、記録素子の発生する記録磁界を変調する情報を入力する記録信号線と、電源線が接続されている。前の実施の形態のヘッド 26 の構成と比較して電源線を必要とする欠点はあるものの、加熱素子 183 と加熱素子駆動アンプとを接続するサスペンション上の信号線の本数が少なくなり、ヘッドやサスペンションの設計が容易となる利点がある。特に、トラック密度を高めるためには加熱位置を精密に制御する必要があり、この目的から多数の加熱素子を配列する場合に本実施例の構成と採用する方が有利である。4 個以下など少数の加熱素子しか配列しない構成の際には、本実施例はヘッドの構造をより複雑とするものの、ヘッドにさまざまな機能素子が搭載される技術の流れがある。例えば素子の浮上量を補正するための素子や、ロット番号を記録するための ROMなどを搭載する際には、本実施例の加熱素子選択器 184 にこれらの素子を制御する機能を搭載すれば、サスペンション上の信号線の本数を減じる効果はより高いものとなる。

**【0034】**

本実施例に適するサスペンションの構成例を図19に示す。このサスペンション28は、先に説明を行った加熱素子選択器184の配線と同じ6本の信号線と3本の電源線用の接続端子を備えている。

**【0035】**

6本の各信号線を流れる情報の遷移を図20に示す。記録／再生動作切り替え用配線は、低電位の時に再生動作を、高電位の時に記録動作が行われる。図の左半分が再生動作に相当し、再生信号用配線にはディスクの磁化情報を読み出した信号が出力されている。この再生信号はデータ復号化器へと送られる。再生動作から記録動作に遷移する前に、加熱素子の選択情報が入力される。この情報は、クロックを必要としない調歩同期式のシリアル転送によって送信される。加熱素子の選択情報の転送が終了した後に、記録／再生動作切り替え信号を高電位にして、記録動作へと移行する。記録動作の開始後に、記録信号が入力される。

**【0036】**

本発明の他の実施の形態に関わるヘッドの構成例を図21に示す。図21(a)にヘッド29を横から観察した断面図を、図21(b)にヘッド29をディスク12側から観察した平面図を示す。ヘッド29は、ディスクに記録された磁化情報を検出するための再生素子211、ディスクに磁化情報を記録するための磁界を発生する記録素子212、ディスクに磁化情報を記録する際にディスクを局所的に加熱する加熱素子213を備える。この実施例では複数の記録素子212を備えていることが特徴であり、先に図8で説明したひとつの記録素子をオフセット機構を用いて動かす構成とは異なる。記録素子212には従来と同様な素子を用いることができるが、記録位置を精密に制御するためには素子をお互いに近づけて配列させる必要がある。記録素子を、幅方向だけでなく上下方向にも積層して配列させることで、本実施例のヘッドを実現している。再生素子には、従来の磁気ディスク装置と同じ構成の素子を用いることができる。

**【0037】**

ここではロータリ型アクチュエータ13を用いてヘッド29をディスク12の半径方向に移動させる動作に伴い、ヘッド29がディスク12の走行方向に対し



て傾いた例を示している。本発明のヘッドでは、複数の記録素子 212 の中からひとつの記録素子 214 を選択して動作させることにより、加熱素子と記録素子の走行中心線を一致させることが可能となった。本実施例も、図 16 で説明した実施例と同様に、大容量で信頼性の高い磁気ディスク装置を実現することができる。

#### 【0038】

本発明の磁気ディスク装置の機能構成例を、図 22 にブロック図で示す。本実施例では記録素子の数と同数の複数の記録アンプと、加熱素子駆動アンプを備えている。記録動作に先立ち、制御回路はヘッド 29 とディスク 12 の相対角度に応じて、加熱素子と走行中心線が一致する最適な記録素子を選択して記録素子選択器 221 に選択的にアンプを駆動させる。本実施例においても、参照テーブルを備える手法や、学習工程を用いる手法を併用することにより、環境温度の値やトラックの位置に応じた最適な記録素子を、より確実に選択することができる。

#### 【0039】

本発明の他の実施の形態に関わるヘッドの構成例を図 23 に示す。この図はヘッド 30 をディスク 12 側から観察したものである。この構成例では複数の記録素子 232 とともに、記録素子選択器 234 をヘッド 30 上に搭載している。記録素子選択器 234 には、記録・再生動作切り替え信号線と、記録素子選択信号線が外部から接続されている。この他に、再生素子の出力をバッファして外部に出力する再生信号線と、記録素子の発生する記録磁界を変調する情報を入力する記録信号線と、電源線が接続されている。図 22 の実施の形態のヘッド 29 の構成と比較して電源を必要とする欠点はあるものの、記録素子と記録素子駆動アンプとを接続するサスペンション上の信号線の本数が少なくなり、ヘッドやサスペンションの設計が容易となる利点がある。図 19 を用いて説明したサスペンションや、図 20 を用いて説明した各信号線の制御方法を用いることにより、本実施例においても信頼性が高く、かつ大容量の熱アシスト型の磁気ディスク装置を提供することができる。

#### 【0040】

本発明の他の実施の形態に関わるヘッドの構成例を図 24 に示す。図 24 (a

）にヘッド 31 を横から観察した断面図を、図 24（b）にヘッド 31 をディスク 12 側から観察した平面図を示す。ヘッド 31 は、ディスクに記録された磁化情報を検出するための再生素子 241、ディスクに磁化情報を記録するための磁界を発生する記録素子 242、ディスクに磁化情報を記録する際にディスクを局所的に加熱する加熱素子 243 を備える。この実施例では選択的に加熱位置を制御することのできる加熱素子を備えていることが特徴であり、先に図 16 の実施の形態で説明した複数の加熱素子を備える構成と比較すると比較的幅の広い加熱素子を用いている。複数の加熱素子を配列させる構成例や、複数の記録素子を配列させる構成例よりも、ひとつの加熱素子の構造が複雑になる欠点はあるものの、ヘッドの構造が簡単になり設計が容易となる利点がある。本実施例の加熱素子の構造を図 25 に示す。半導体レーザーなどの加熱機能を備えた素子 251 に、複数の電極 252 が接続されている。加熱部分選択器 256 が特定の電極に対して加熱素子駆動アンプの出力を印加することで、加熱素子の中の加熱位置を自由に選択することができる。なお、再生素子と記録素子には従来磁気ディスク装置と同じ構成の素子を用いて、本実施例のヘッドを実現することができる。本実施例においても、加熱素子の 1 部分を選択的に加熱することにより、加熱素子と記録素子の走行中心線を正確に一致させることが可能となり、大容量で信頼性の高い磁気ディスク装置を実現することができる。

#### 【0041】

以下上記の各実施例における構成とその効果について述べる。

本発明の一実施例によれば、磁気記録膜の磁気情報によってデータを保持する磁気ディスクと、磁気ディスクを局所的に加熱する加熱素子と、加熱素子が加熱する領域に電気信号によって変調された磁界を印加する記録素子と、前記磁気ディスクの磁気情報を電気信号に変換する再生素子とを搭載した磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気ディスクの半径方向に移動させるロータリ型アクチュエータと、前記サーボ領域からヘッドの磁気ディスク半径方向の位置を検出してロータリ型アクチュエータを駆動する第 1 のサーボ回路と、加熱素子が加熱する領域の位置をスライダの幅方向に移動させる加熱領域オフセット機構と、加熱領域オフセット機構を駆動する第 2 のサーボ回路とを備える磁気ディスク装置を提供する。こ

のとき、前記第2のサーボ回路は前記磁気ヘッドと前記ディスクの走行方向との相対角度に応じて前記加熱領域オフセット機構を駆動して、前記加熱素子が過熱する領域の位置と前記記録素子との位置を、これらが同一のトラックを通るように配置した。上記構成により、ヘッドをディスクの半径方向に移動させてヨー角が変化した際にも、書き込みを行う目的のトラック上に加熱素子と記録素子の2つの素子を正確に位置付けることができる。これにより加熱素子で微小なディスクの領域を加熱し、さらに記録素子の形状で決定される微小な記録パターンをディスクに形成することができるため、磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に向上することが可能となる。

#### 【0042】

本発明の他の実施例によれば、上記の構成とは記録素子の位置をスライダの幅方向に移動させる記録素子オフセット機構と、該記録素子オフセット機構を駆動する第2のサーボ回路とを備えることが異なる磁気ディスク装置を提供する。このとき、前記第2のサーボ回路は前記磁気ヘッドと前記ディスクの走行方向との相対角度に応じて前記記録素子オフセット機構を駆動して、前記加熱素子が加熱する領域の位置と前記記録素子との位置を、同一のトラックを通るように設定する。上記構成により、ヘッドをディスクの半径方向に移動させてヨー角が変化した際にも、書き込みを行う目的のトラック上に加熱素子と記録素子の2つの素子を正確に位置付けることができる。これにより加熱素子で微小なディスクの領域を加熱し、さらに記録素子の形状で決定される微小な記録パターンをディスクに形成することができるため、磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に向上することが可能となる。

#### 【0043】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を、piezo素子と該piezo素子によって変形される弾性部とで構成する。この構成において、第2のサーボ回路がpiezo素子を駆動して、加熱領域もしくは記録素子をスライダ幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、ヘッドのスライダ上に加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を集積することができるため、別個に設けた構成と比較して

ヘッドを小型化し軽量化することにより、磁気ディスク装置の大容量化と高速化が可能となる。

#### 【0044】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を、ボイスコイルモータによって構成する。この構成において、加熱素子または記録素子をスライダ幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、ヘッドのスライダ上に加熱素子オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を集積することができるため、別個に設けた構成と比較してヘッドを小型化し軽量化することにより、磁気ディスク装置の大容量化と高速化が可能となる。

#### 【0045】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を、静電容量アクチュエータと該静電容量アクチュエータによって構成する。この構成において、加熱領域もしくは記録素子をスライダ幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、ヘッドのスライダ上に前記加熱領域オフセット機構もしくは前記記録素子オフセット機構を集積することができるため、別個に設けた構成と比較してヘッドを小型化し軽量化することにより、磁気ディスク装置の大容量化と高速化が可能となる。

#### 【0046】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは前記記録素子オフセット機構を、熱変形素子と該熱変形素子によって変形される弾性部とで構成する。この構成において、記録素子をスライダ幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、ヘッドのスライダ上に加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を集積することができるため、別個に設けた構成と比較してヘッドを小型化し軽量化することにより、磁気ディスク装置の大容量化と高速化が可能となる。

#### 【0047】

本発明の更に他の実施例によれば、前記加熱領域オフセット機構は前記スライダ上の加熱光源と駆動素子によって移動可能なミラーとから構成する。このとき

、前記第2のサーボ回路がミラー位置を移動して、前記磁気ディスク上の加熱領域の位置をトラック幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、加熱光源を再生素子や記録素子から離れた配置とすることが可能となるため、加熱光源の発熱による再生素子や記録素子の性能劣化を防止することにより、磁気ディスク装置の信頼性の向上が可能となる。

#### 【0048】

本発明の更に他の実施例によれば、第2のサーボ回路から加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構との間を、少なくとも2本の駆動線で配線した磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、第2のサーボ回路が加熱領域もしくは記録素子の移動量を電気的に制御することができるため、微小な記録パターンを磁気ディスク上に形成して磁気ディスク装置の記憶容量の向上が可能となる。

#### 【0049】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構への出力値と加熱領域もしくは記録素子のスライダ幅方向への移動距離との変換テーブルを備えており、前記第2のサーボ回路は前記変換テーブルを参照して前記磁気ヘッドの前記磁気ディスクにおける半径方向の位置に応じて出力値を決定する磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、第2のサーボ回路がヘッドのヨー角もしくはヘッドの半径位置に応じて加熱領域もしくは記録素子の移動量を正確に制御することができるため、微小な記録パターンを磁気ディスク上に形成して磁気ディスク装置の記憶容量の向上が可能となる。

#### 【0050】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構への出力値と加熱領域もしくは記録素子のスライダ幅方向への移動距離との変換テーブルを備えており、前記磁気ヘッドの前記磁気ディスクにおける半径方向の位置を変化させながら書き込みと読み出し処理を行い、また各半径位置において加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構への出力値を変化させながら書き込みと読み出し処理を行って、変換テーブルの変換データを学習する磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、装置組み立てや

ヘッドプロセスの公差、また温度の影響を補正して、加熱領域もしくは記録素子の移動量を正確に制御することができるため、微小な記録パターンを磁気ディスク上に形成して磁気ディスク装置の記憶容量の向上が可能となる。

#### 【0051】

本発明の更に他の実施例によると、熱アシスト型の磁気ディスク装置において、ロータリ型アクチュエータを用いてヘッドをディスクの半径方向に移動させる動作に伴ってヨー角が変化した際にも、記録を行う目的のトラック上に加熱領域と記録領域を正確に位置付けることができる。このため、記録時にはディスクの保磁力が低減して磁化パターンを形成しやすくなり、記録後にはディスクの保磁力が高くなって磁化パターンが安定する効果を実現することができる。これにより、長期間のデータの保存に適する大容量で信頼性の高い磁気ディスク装置を実現することができる。この時に、複数の加熱素子と記録素子をヘッドに搭載した構成とすることにより、加熱素子選択器がヘッドのヨー角に応じた最適な加熱素子を選択して、加熱部分と記録部分をトラック走行方向に配列させることができる。より構造が簡単で小型・軽量のヘッド提供することにより、よりアクセス性能の高い磁気ディスク装置を実現することができる。

#### 【0052】

また、本発明の更に他の実施例において、加熱素子選択器をヘッドに搭載することにより、サスペンションの配線を少なくすることができ、より組み立てが容易で安価な磁気ディスク装置を実現することができる。

#### 【0053】

更に他の実施例において、加熱素子と複数の記録素子をヘッドに搭載した構成とすることにより、記録素子選択器がヘッドのヨー角に応じた最適な記録素子を選択して、加熱部分と記録部分をトラック走行方向に配列させることもできる。小型の記録素子を配列させることにより加熱部分と記録部分の位置あわせを正確に行うことができる。これにより、記憶容量の大きな磁気ディスク装置を実現することができる。

#### 【0054】

更に他の実施例において、前述の構成と同様に、記録素子選択器をヘッドに搭

載することにより、サスペンションの配線を少なくすることができ、より組み立てが容易で安価な磁気ディスク装置を実現することができる。

#### 【0055】

更に他の実施例において、素子の1部分を選択的に加熱することのできる加熱素子をヘッドに搭載した構成とすることにより、加熱部分選択器がヘッドのヨー角に応じた最適な加熱部分を選択して、加熱部分と記録部分をトラック走行方向に配列させることもできる。これにより微小なディスクの領域を加熱し、さらに記録素子が発生する微小な記録磁界を用いてディスクに磁化情報形成することができるため、磁気ディスク装置の記憶容量を向上することが可能となる。

#### 【0056】

更に他の実施例において、前述の構成と同様に、加熱部分選択器をヘッドに搭載することにより、サスペンションの配線を少なくすることができ、より組み立てが容易で安価な磁気ディスク装置を実現することができる。

#### 【0057】

##### 【発明の効果】

本発明によると、熱アシスト型の磁気ディスク装置において、ロータリ型アクチュエータを用いたヘッドを半径方向に移動させたときに生じるヨー角が変化した際にも、書き込みを行う目的のトラック上に加熱領域と記録素子とを位置付けることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例における磁気ディスク装置の磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図2】 本発明の一実施例における磁気ディスク装置の機能構成を説明するブロック図。

【図3】 従来の磁気ディスク装置のエンクロージャ内部を説明する平面図。

【図4】 従来の磁気ディスク装置の構成を説明する断面図。

【図5】 従来の磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図6】 従来の磁気ディスク装置の機能構成を説明するブロック図。

【図7】 従来の磁気ヘッドのヨー角に伴う各素子の位置関係の変化を説明す

る図。

【図 8】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図 9】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図 10】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図 11】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図 12】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図 13】 本発明の一実施例における磁気ヘッドとサーボ回路との接続を説明する図。

【図 14】 本発明の一実施例におけるサーボ回路が変換テーブルを用いて出力値を決定する方法を説明する図。

【図 15】 本発明の一実施例におけるサーボ回路が変換テーブルを学習する方法を説明する図。

【図 16】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構造を説明する図。

【図 17】 本発明の一実施例における機能構成を説明するブロック図。

【図 18】 本発明の一実施例における加熱素子選択器を搭載した磁気ヘッドの構造を説明する図。

【図 19】 本発明の一実施例における磁気ヘッドとサスペンションとの配線を説明する図。

【図 20】 本発明の一実施例における信号線の制御と動作モードの切り替えを説明する図。

【図 21】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構造を説明する図。

【図 22】 本発明の一実施例における機能構成を説明するブロック図。

【図 23】 本発明の一実施例における記録素子選択器を搭載した磁気ヘッドの構造を説明する図。

【図 24】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構造を説明する図。

【図 25】 本発明の一実施例における加熱部分選択器と各素子との配線を説明する図。

#### 【符号の説明】

1 ヘッド

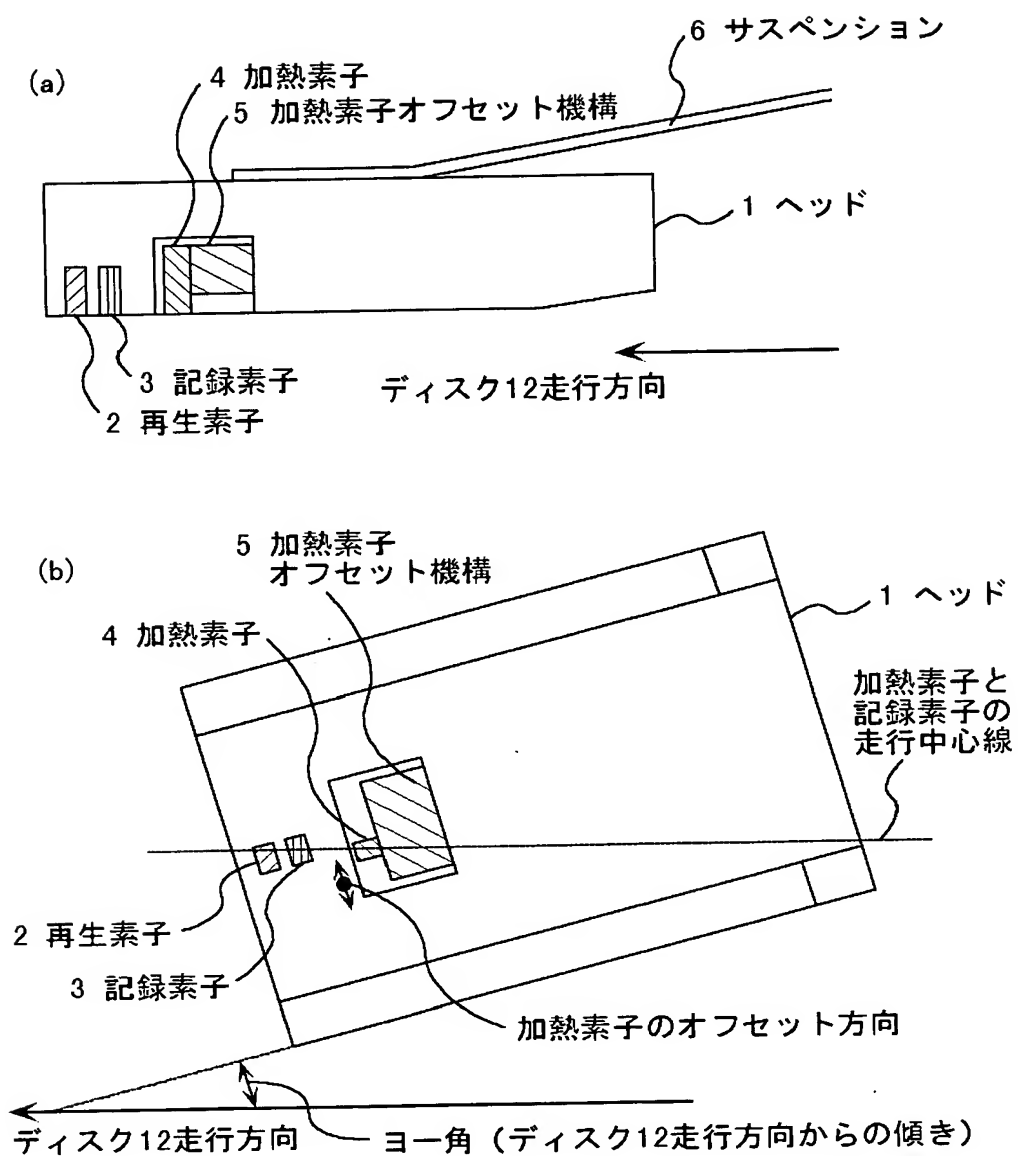


- 2 再生素子
- 3 記録素子
- 4 加熱素子
- 5 加熱素子オフセット機構

【書類名】 図面

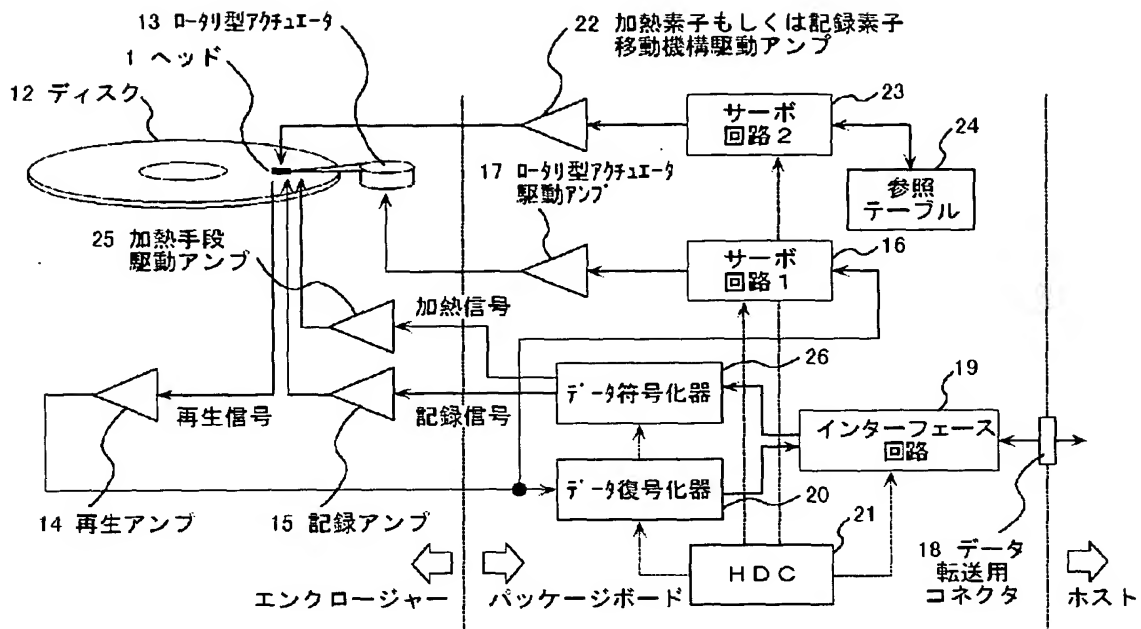
【図 1】

図 1



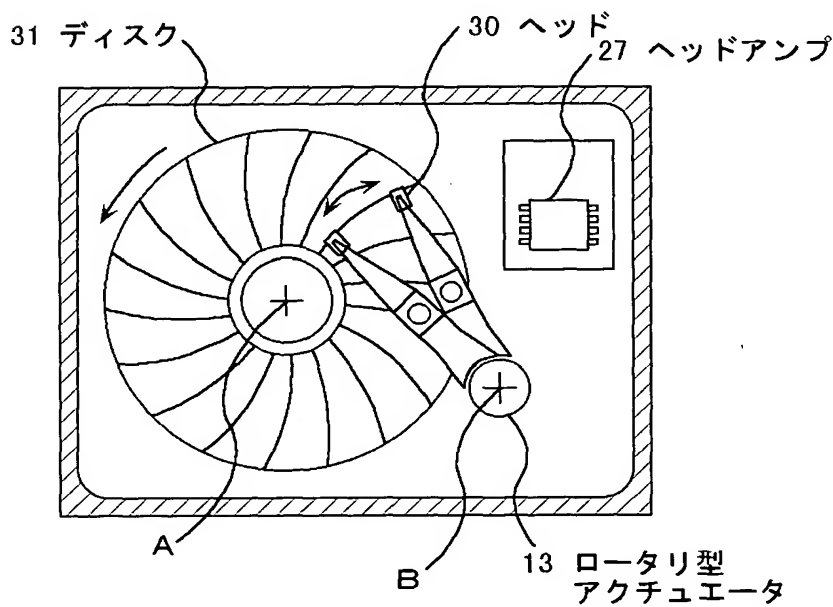
【図 2】

図 2



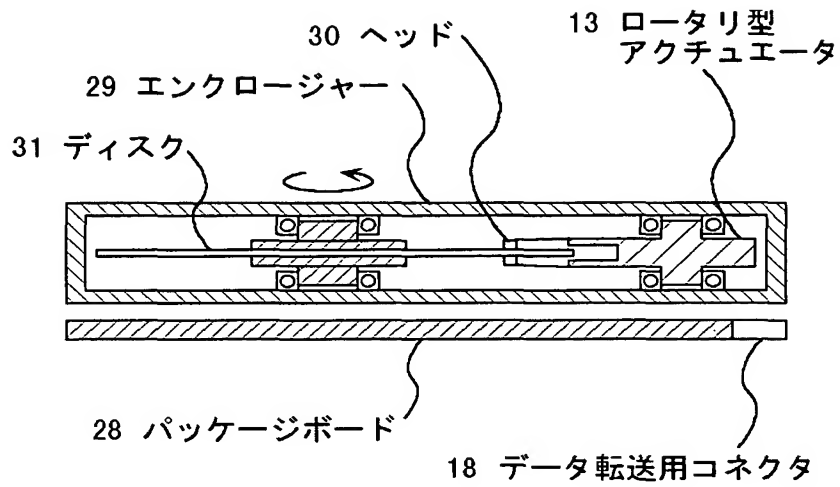
【図 3】

図 3



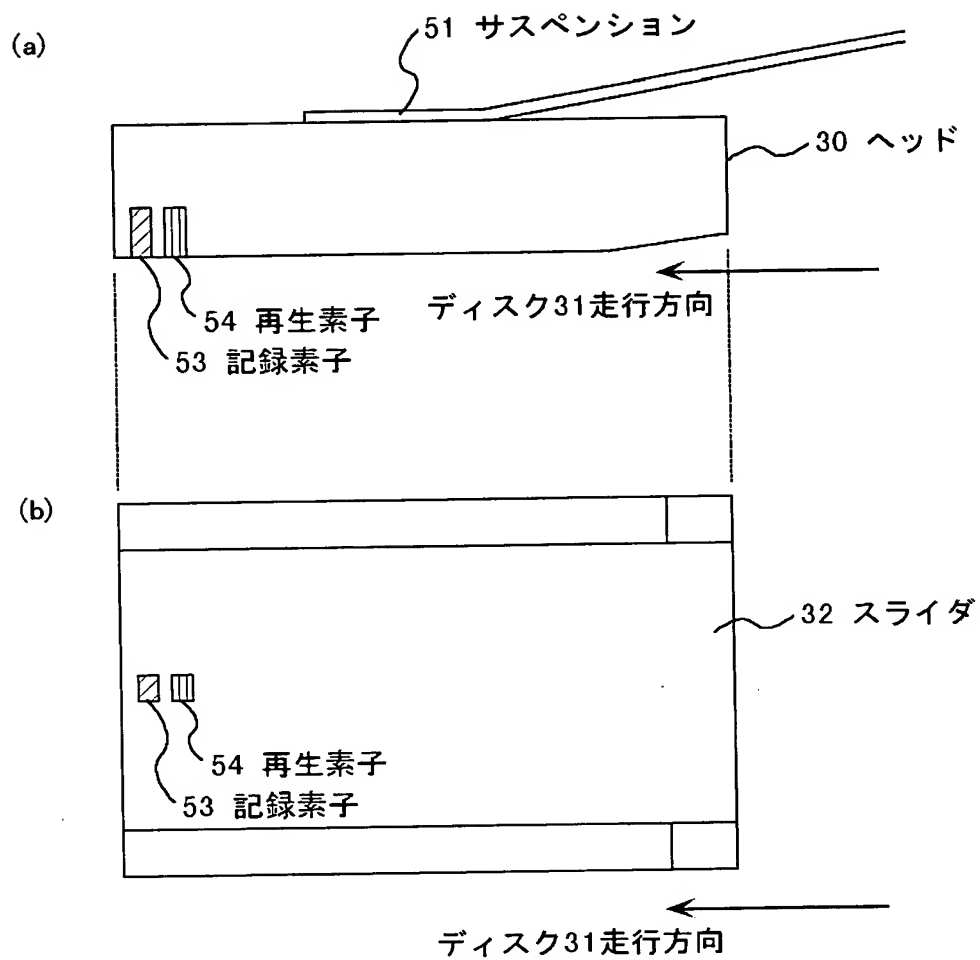
【図 4】

図 4



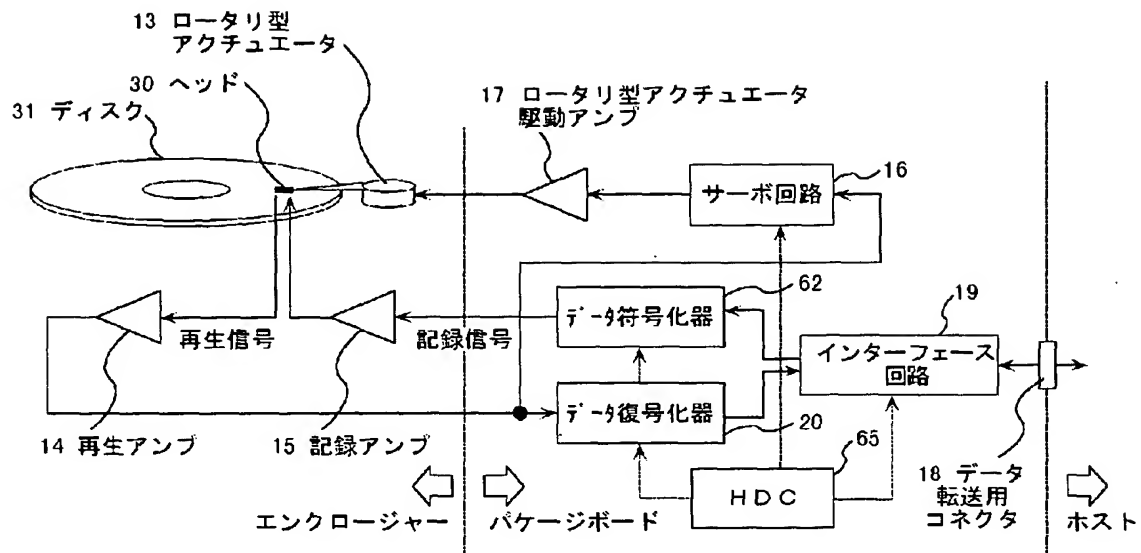
【図 5】

図 5



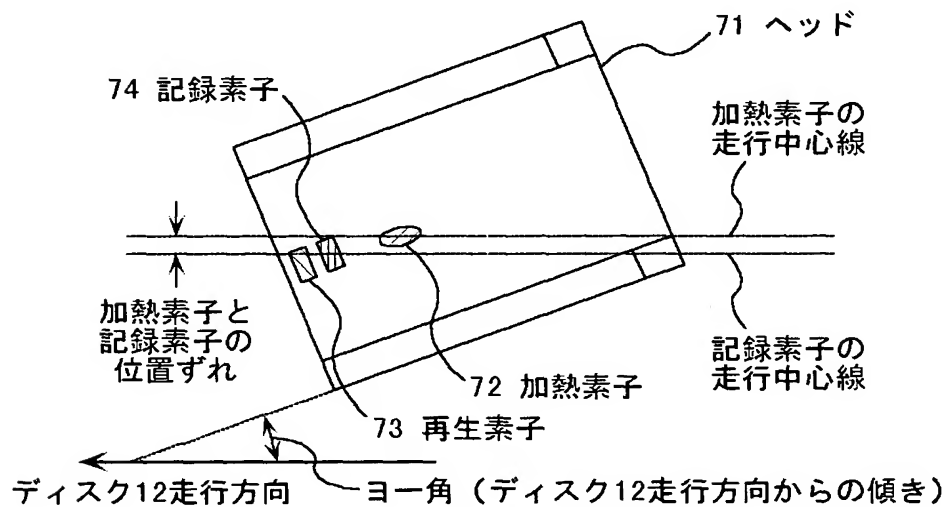
【図 6】

6



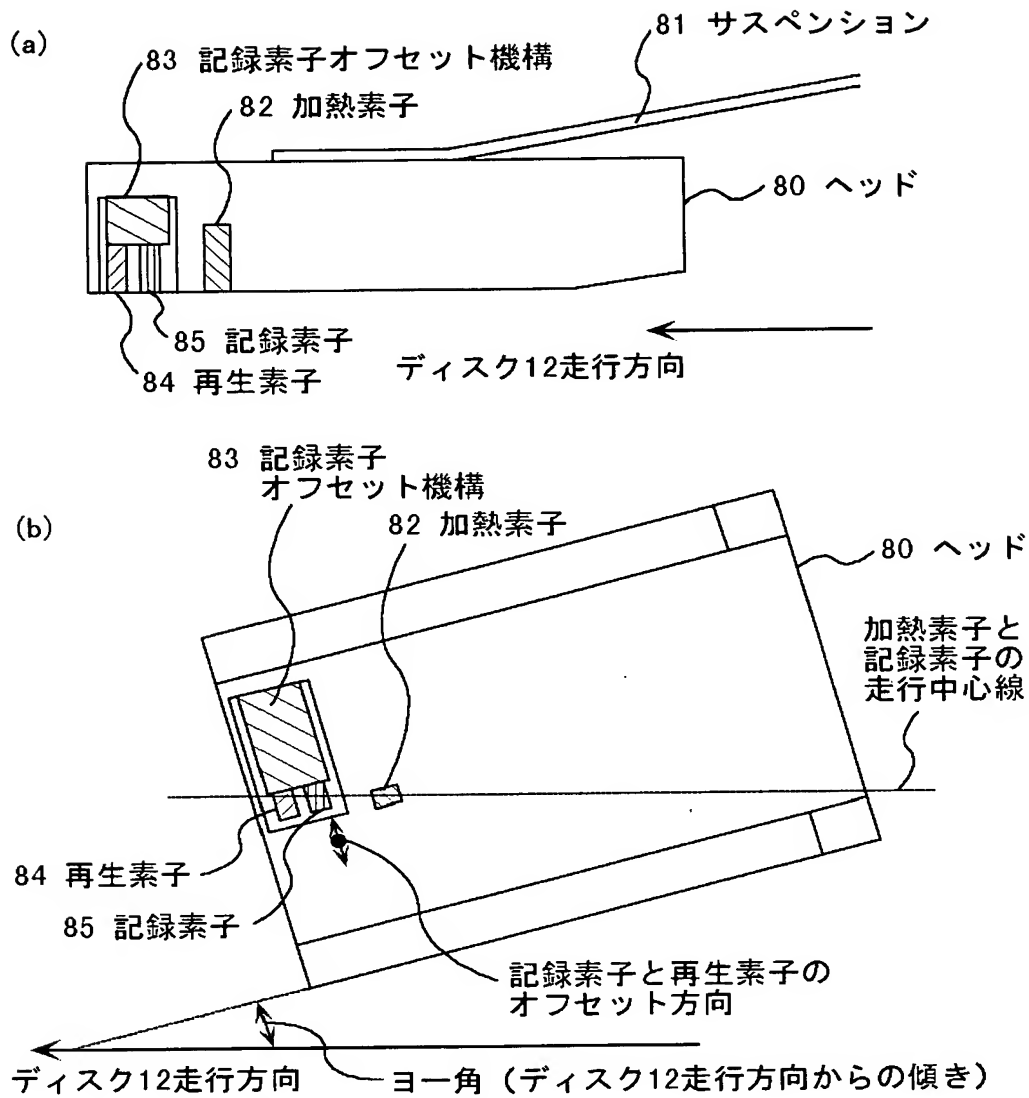
【圖 7】

图 7



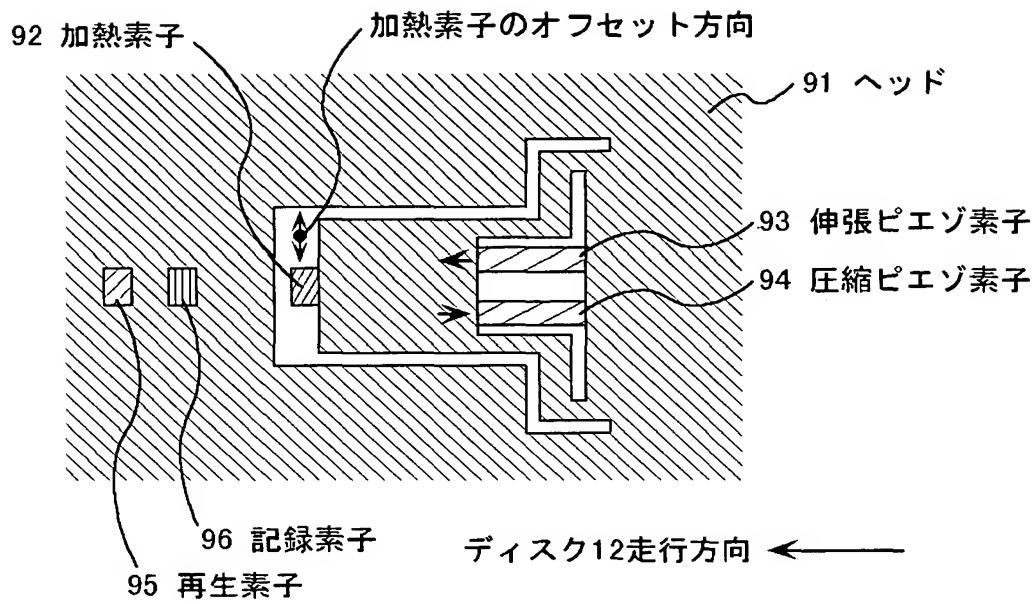
【図 8】

図 8



【図 9】

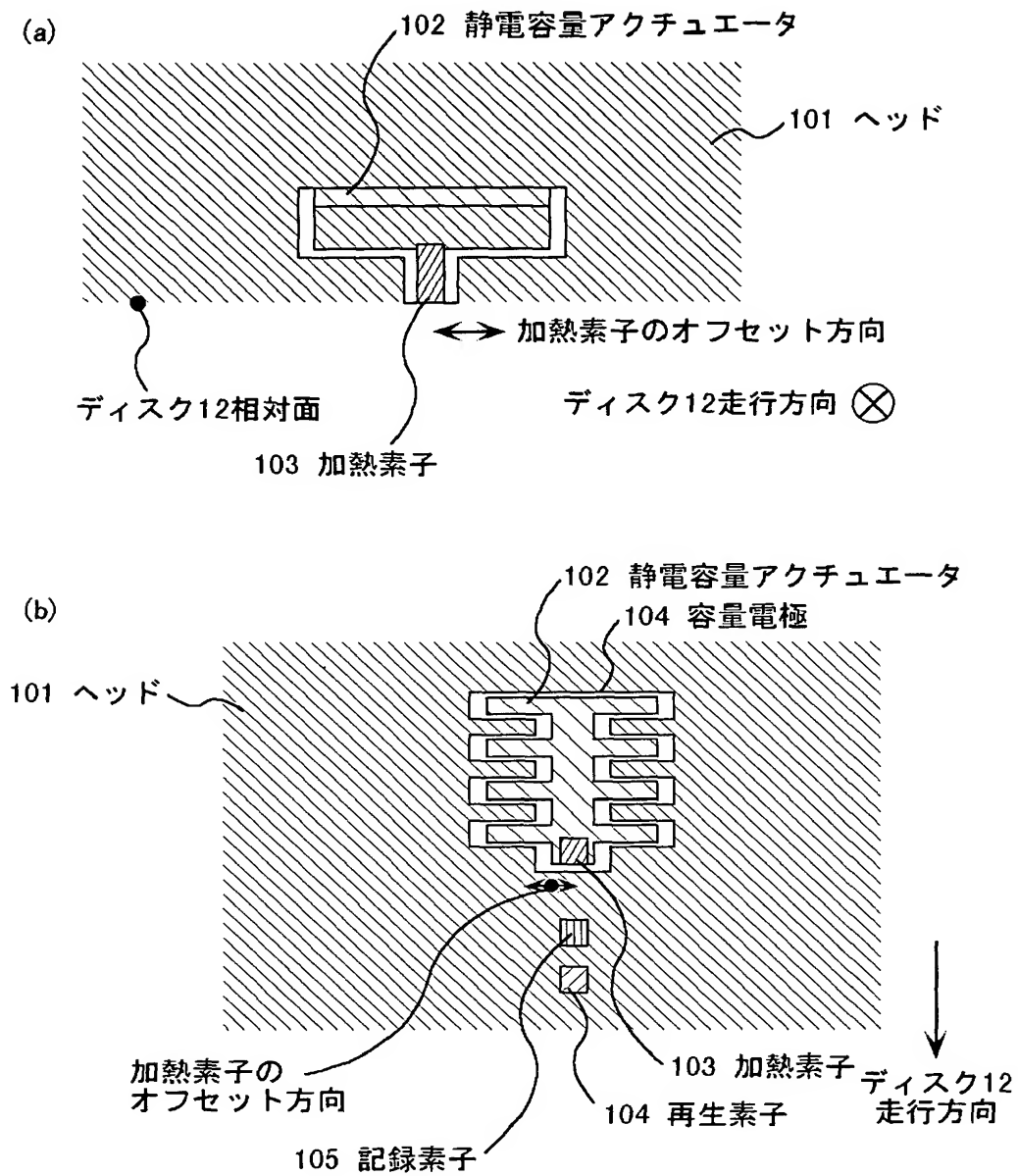
図 9





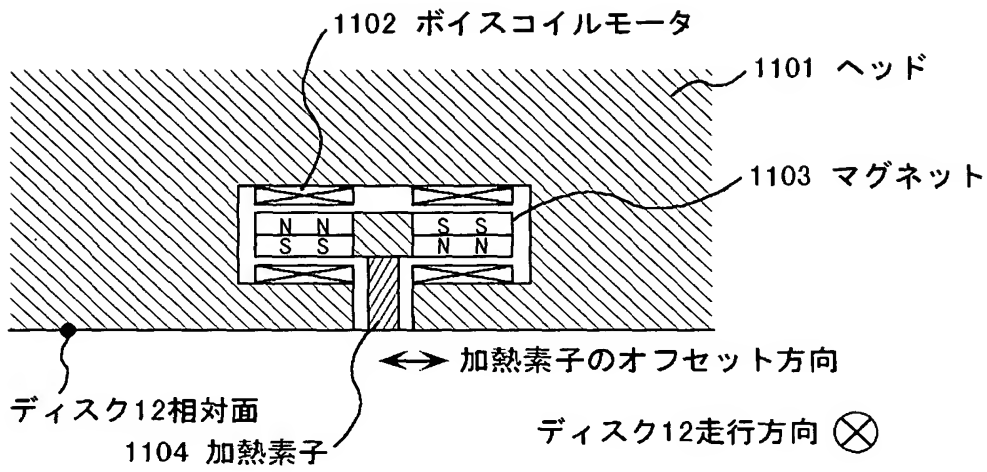
【図 10】

図 10



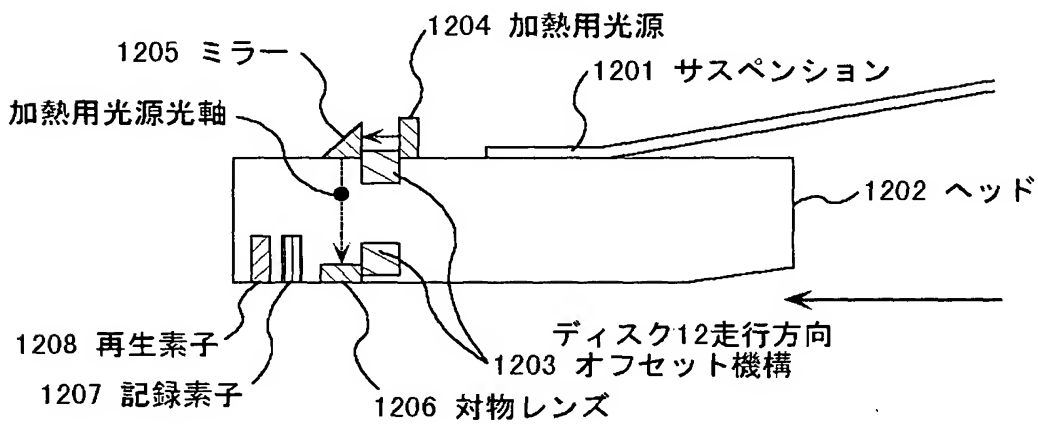
【図 11】

図 11



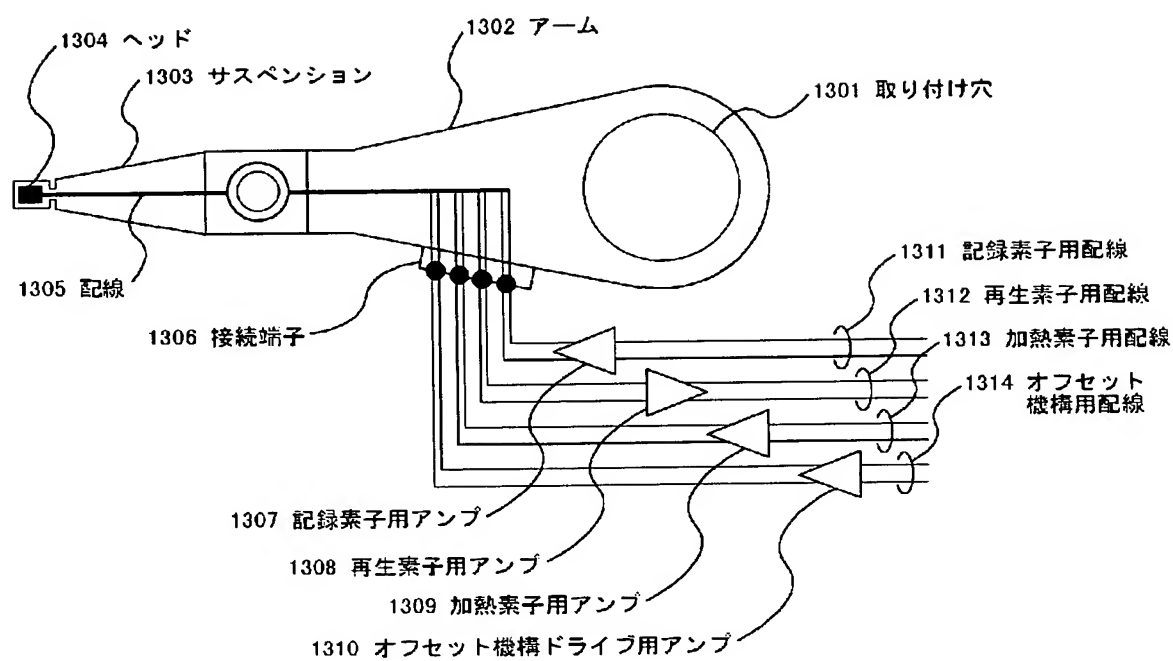
【図 12】

図 12



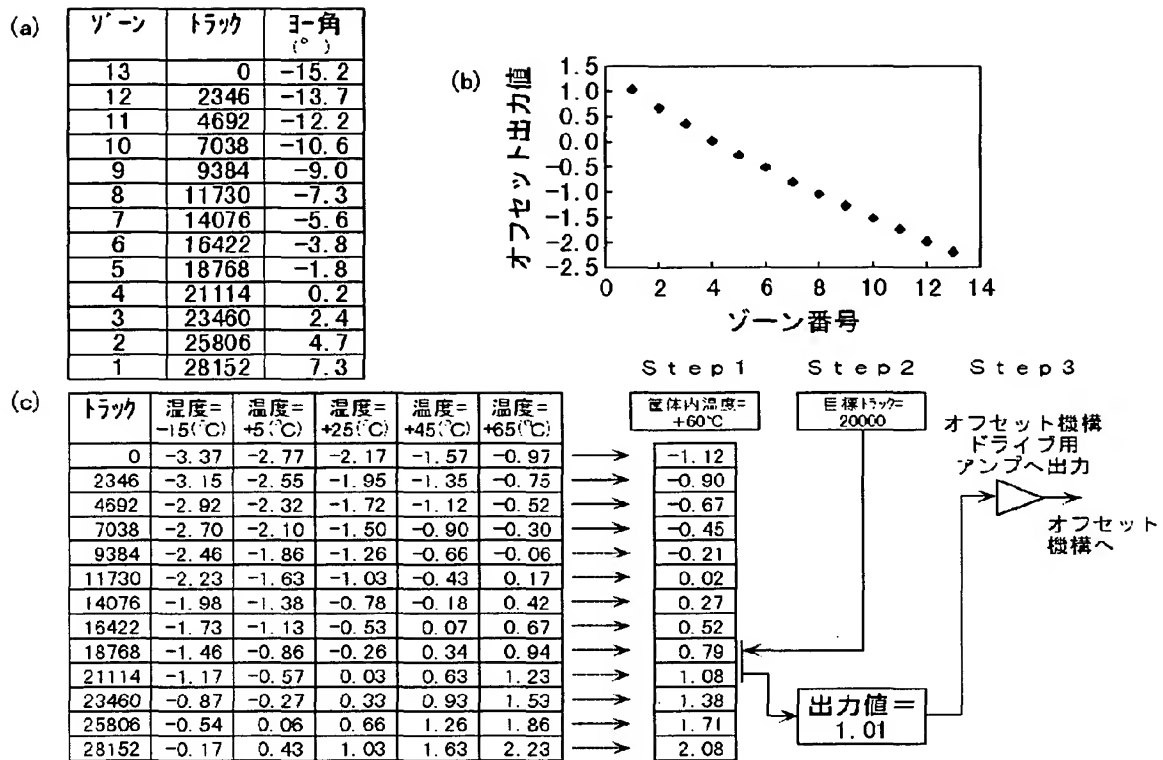
【図 13】

図 13



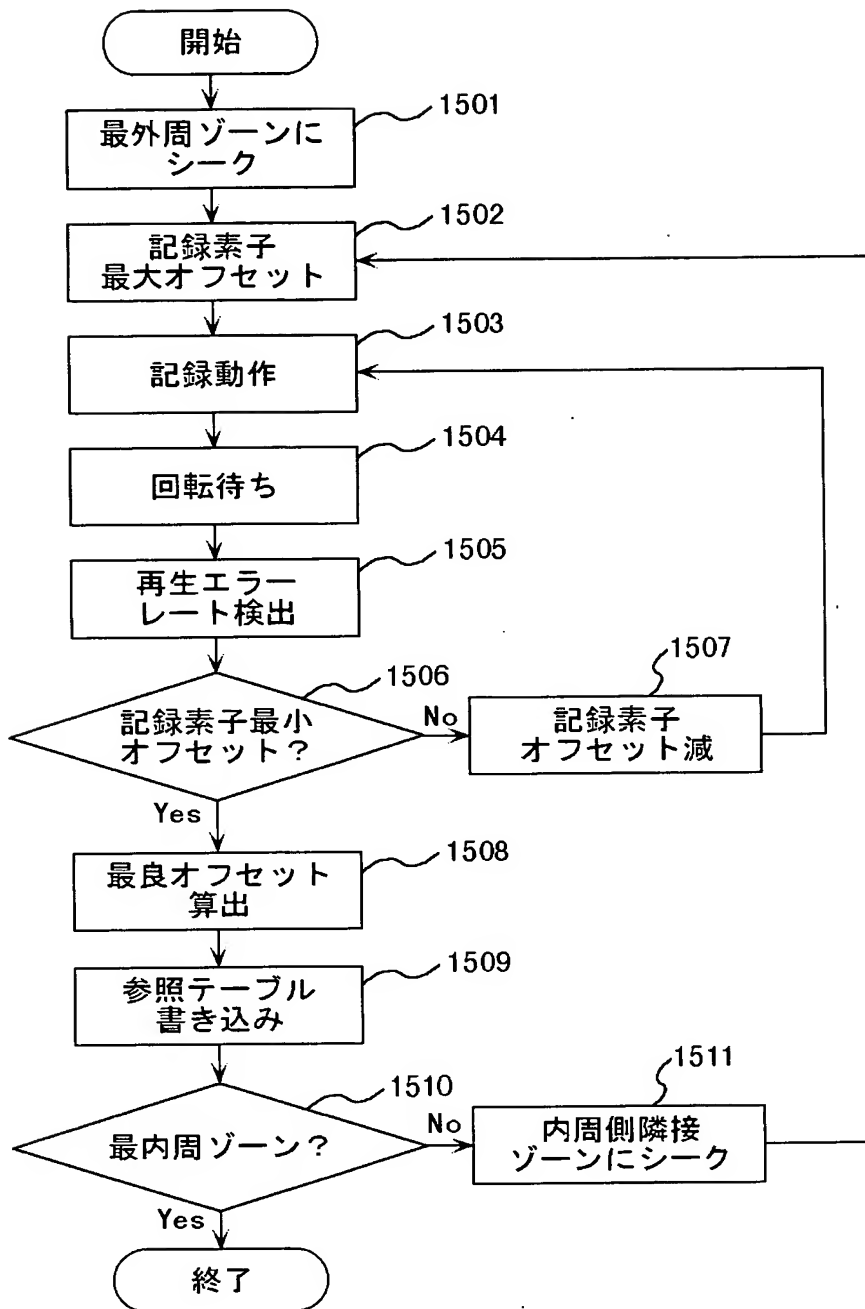
【図 14】

図 14



【図 15】

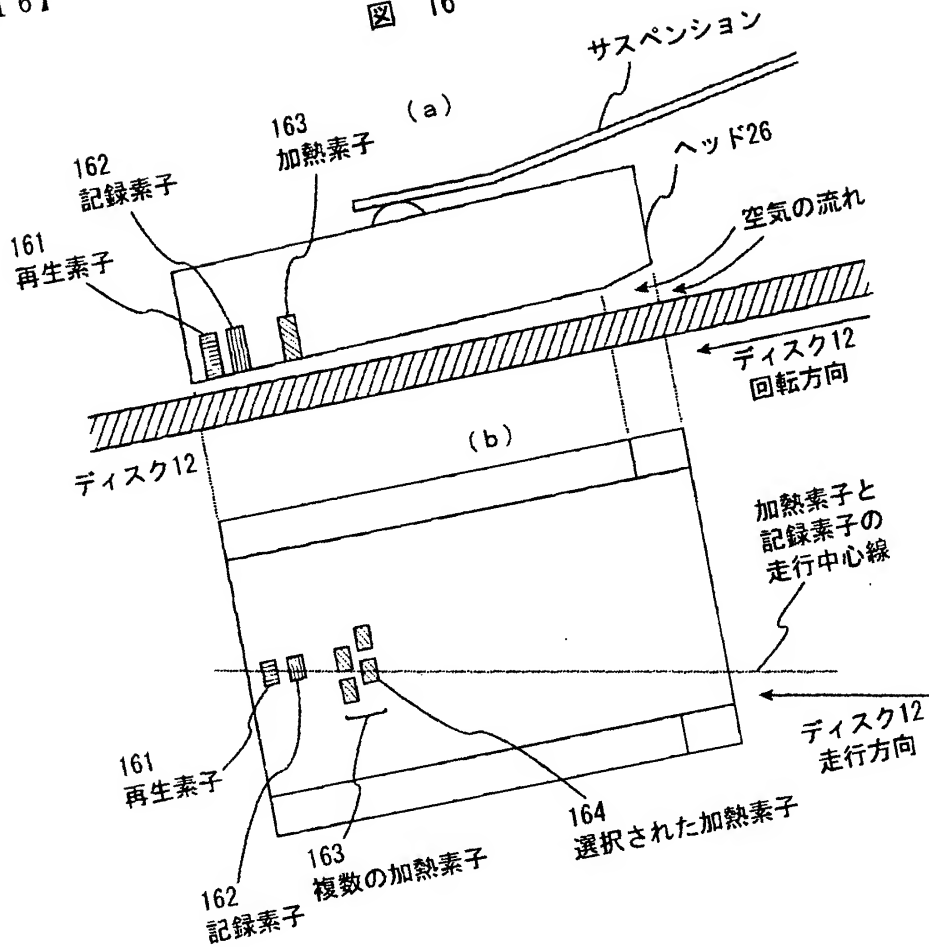
図 15



特願2003-138480

【図16】

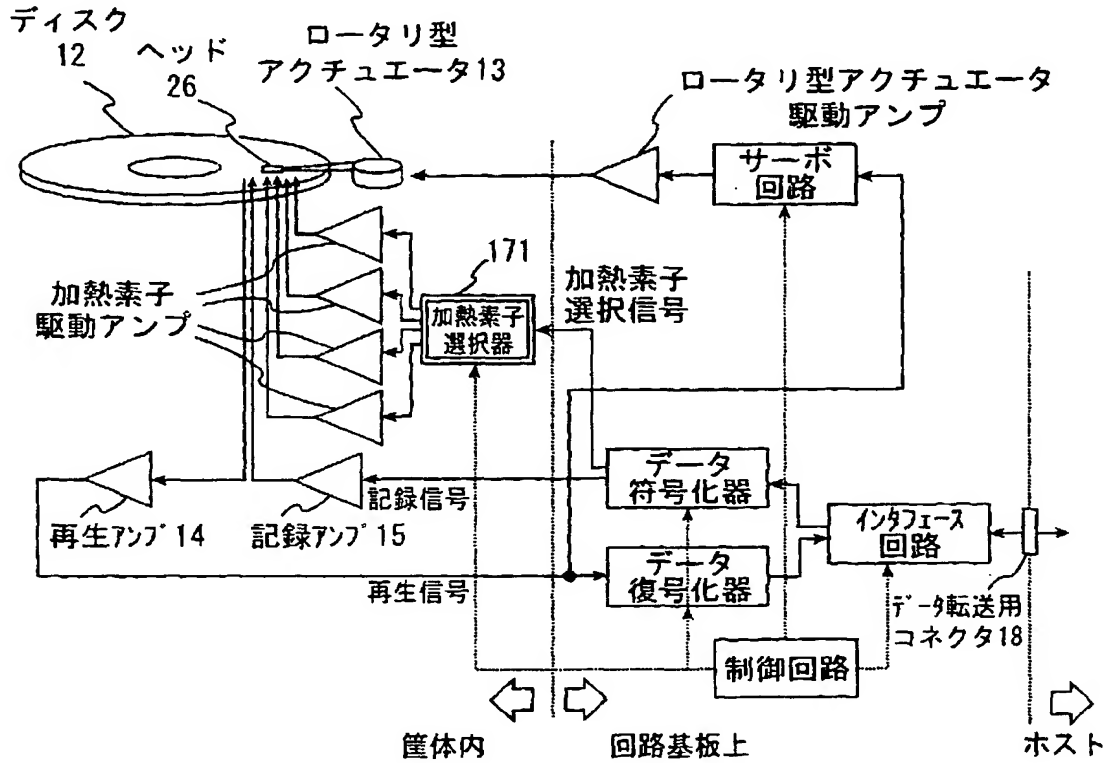
図 16



出証特2003-3056508

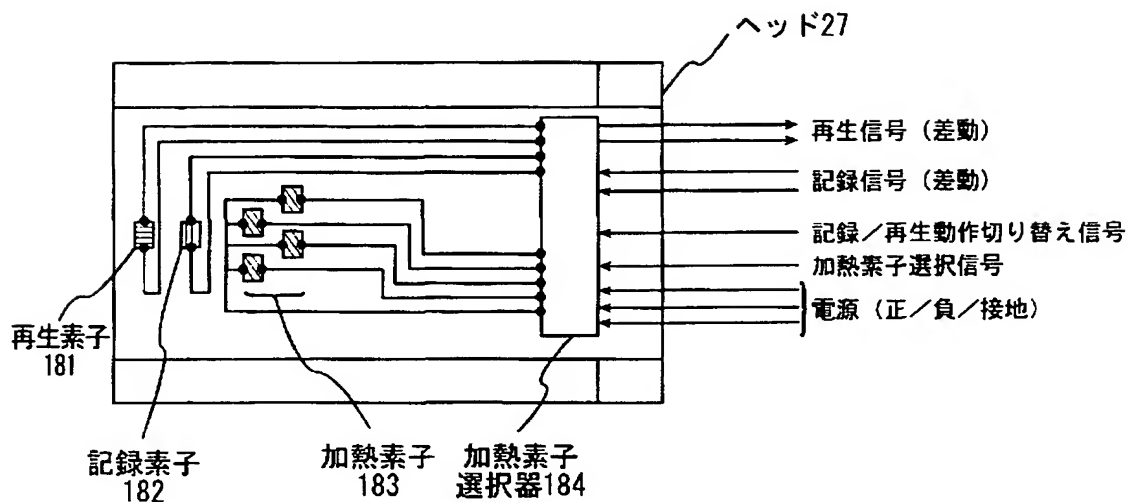
【図17】

図 17



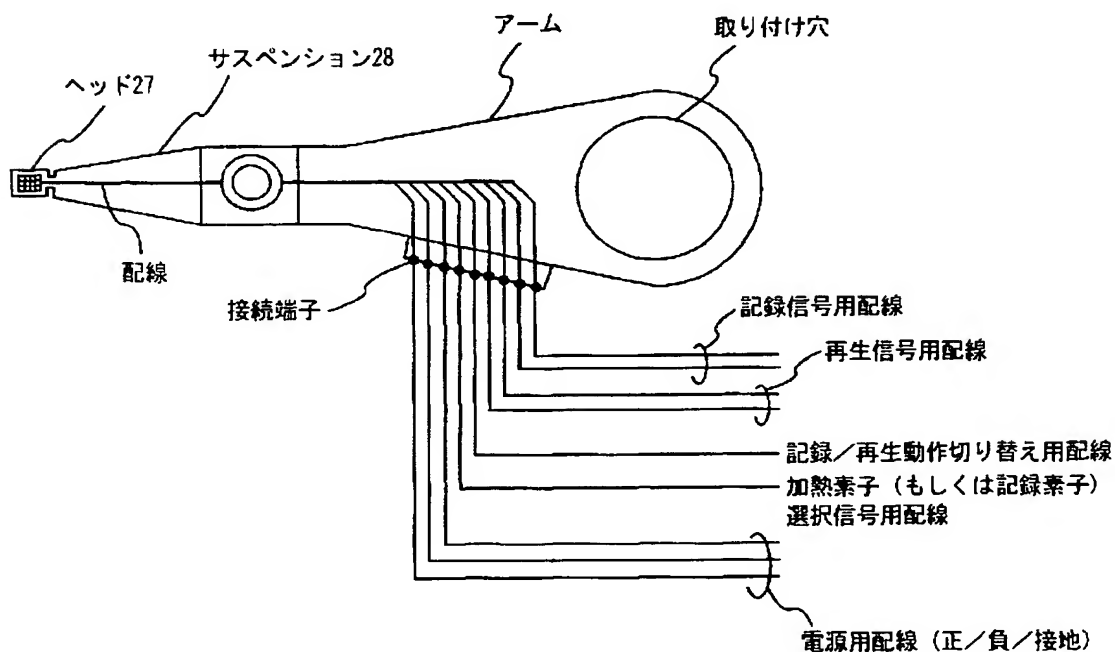
【図 18】

図 18



【図 19】

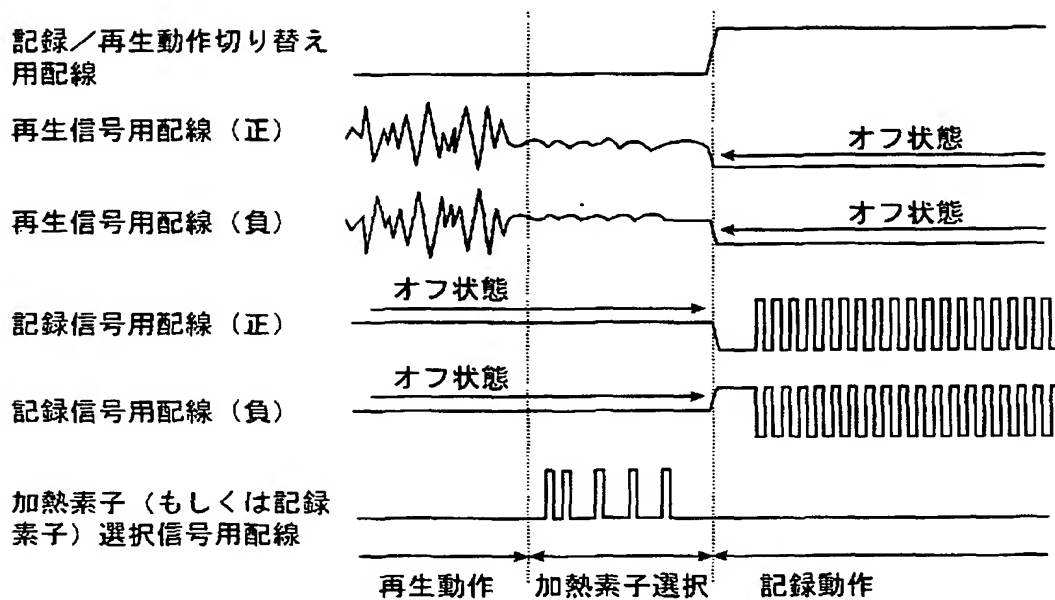
図 19





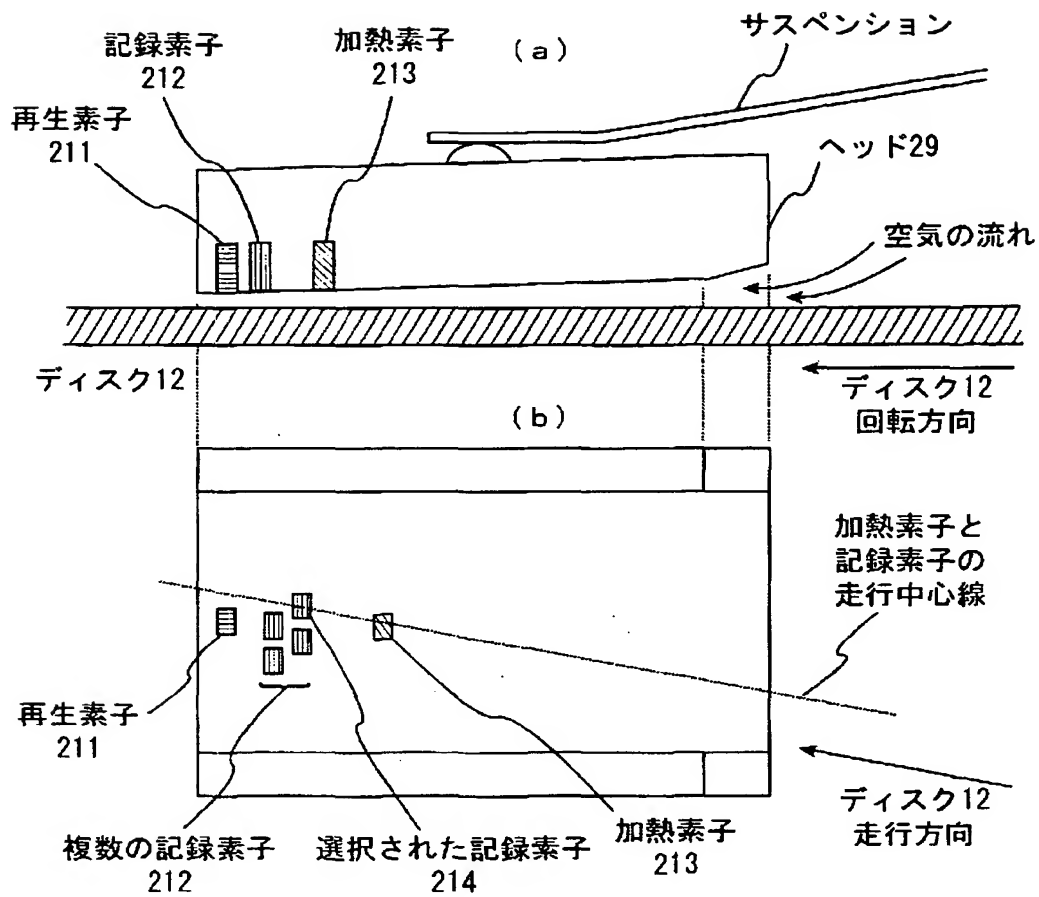
【図 20】

図 20



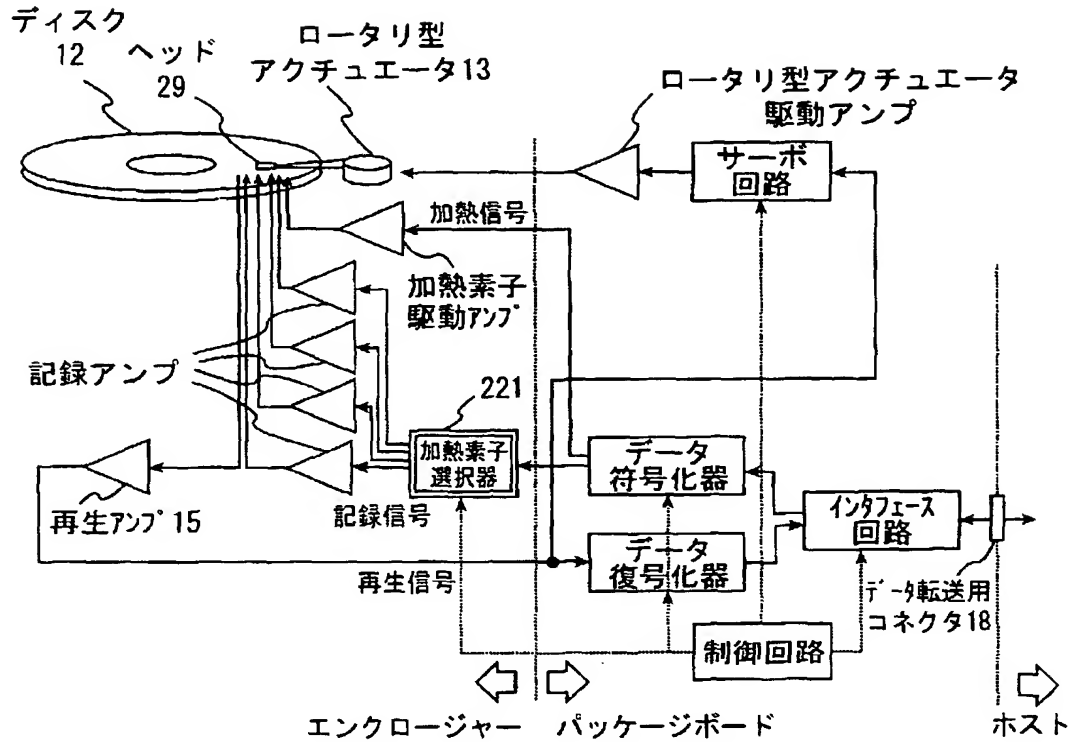
【図 21】

図 21



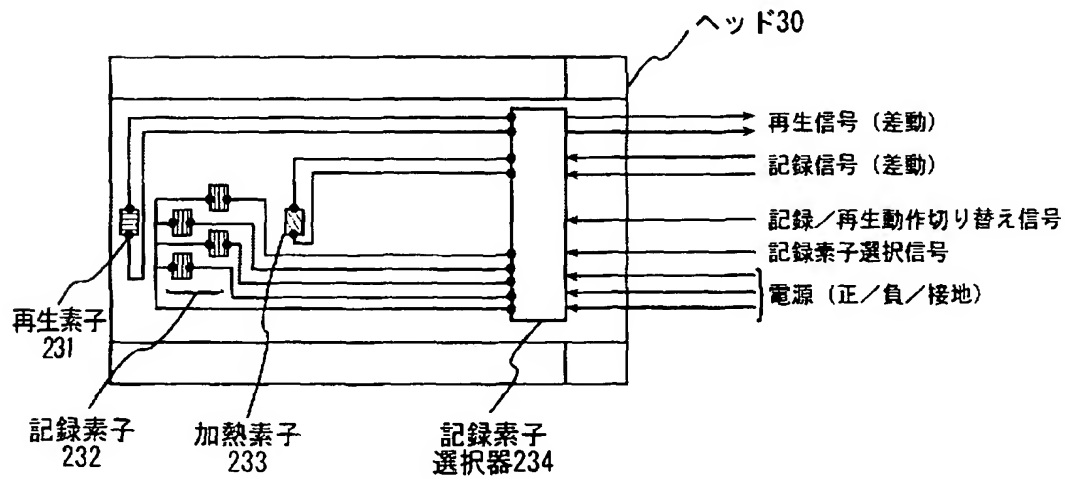
【図22】

図 22



【図23】

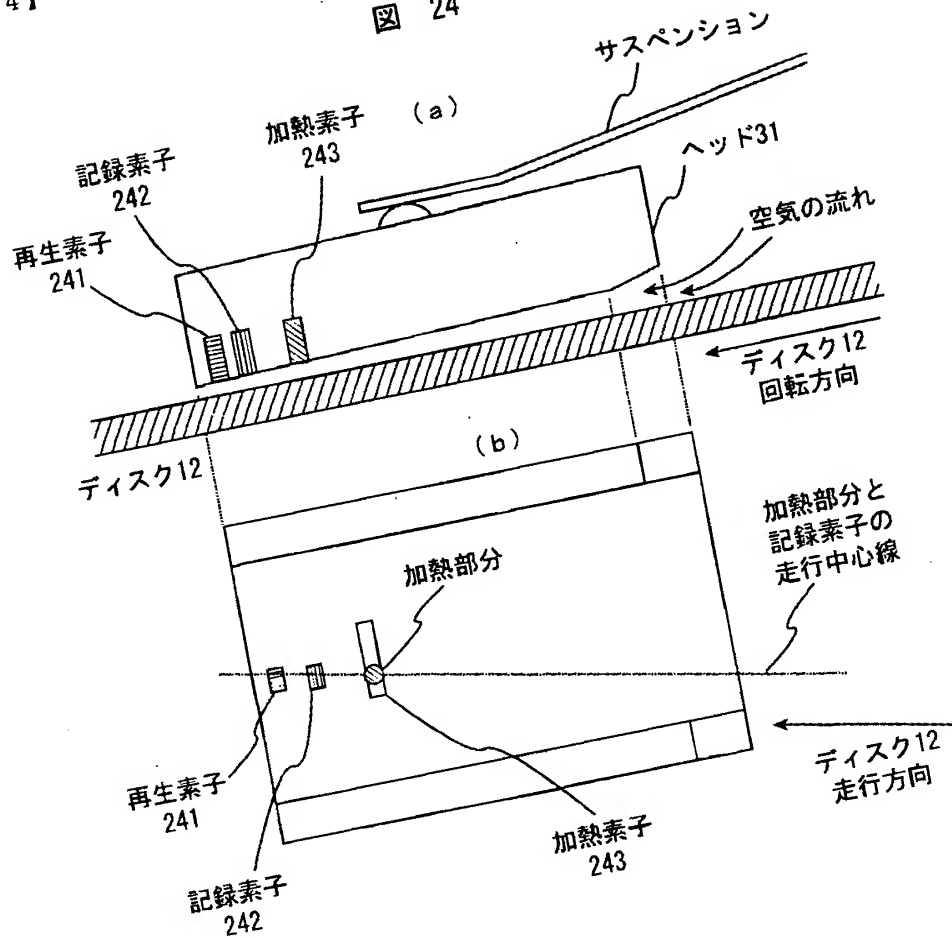
図 23



特願2003-138480

【図24】

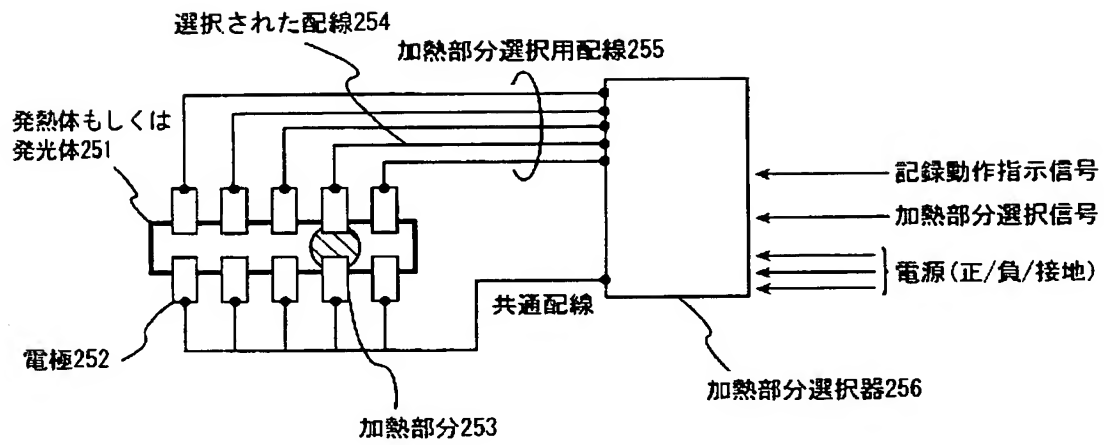
図 24



出証特2003-3056508

【図 25】

図 25



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加熱素子と記録素子とを搭載したヘッドを備え、加熱素子を用いてディスクを昇温することにより局所的に保磁力を下げて記録素子で記録を行う熱アシスト型の磁気ディスク装置において、ロータリ型アクチュエータを用いてヘッドを半径方向に移動させるシーク動作に伴い、ヨー角が変化して加熱領域と記録素子がトラックずれを生じる課題があった。

【解決手段】 加熱領域か記録素子のいずれかをスライダの幅方向に移動させる機構を設け、ヘッドのヨー角に応じて、加熱素子と記録素子がトラック走行方向に配列するようにした。

【選択図】 図1

特願 2003-138480

出願人履歴情報

識別番号

[000005108]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名

株式会社日立製作所